Volger, Georg Heinrich Otto,

Methodische Schule der Naturgeschichte zur Einführung in das zusammenhä
ngende Verständniß der Anthropologie, Zoologie, Botanik, Mineralogie,
Anatomie, Physiologie, Entwicklungsgeschichte, Paläontologie und Geologie
ein Lehr- und Lesebuch für den öffentlichen und Privatunterricht
Bd.: 2

Stuttgart 1852

Methodische

Schule der Naturgeschichte

zur

Einführung in das zusammenhangende Verständniß

der

Anthropologie, Zoologie, Botanik, Mineralogie, Anatomie, Physiologie, Entwicklungsgeschichte, Paläontologie und Geologie.

Ein Lehr- und Lesebuch für den öffentlichen und Privatunterricht

von

Dr. G. H. Otto Volger,

d. Z. Lehrer der Naturgeschichte an der Hochschule in Zürich.

Mit mehr als 2200 eingedruckten Holzschnitten.

Zweite Abtheilung

enthält:

Botanik. — Mineralogie.

Stuttgart.

Rieger'sche Verlagsbuchhandlung.

1852.

☞ Wenn dieses Werk in 2 Theile gebunden werden soll, hat der Buchbinder diesen Titel vor

Buchdruckerei der Rieger'schen Verlagshandlung in Stuttgart.

Vierter Abschnitt.

Die Naturgeschichte der Pflanzen

oder

Botanologie

(Botanik).

Uebersicht der Pflanzen im Allgemeinen.

Erste Abtheilung: Pflanzen mit unvollkommenem Samen: **Keimpflanzen.**
Acotyledoneæ.

Zweite Abtheilung: Pflanzen mit vollkommenem Samen: **Samenpflanzen.**
Cotyledoneæ.

*

Die Keimpflanzen.

I. Reihe:	II. Reihe:	III. Reihe:	IV. Reihe:
Pilze oder Pflanzenschwämme.	**Algen.**	**Moose.**	**Farren.**
Mycetes.	Algæ.	Musci.	Filices.

Uebersicht der Pilze.

I. Klasse: **Einzellige Pilze (Staubpilze).** Coniomycetes.
II. Klasse: **Flockenpilze.** Hyphomycetes.
III. Klasse: **Bauchpilze.** Gasteromycetes.
IV. Klasse: **Kernpilze.** Pyrenomycetes.
V. Klasse: **Hautpilze.** Hymenomycetes.

I. Klasse: Die einzelligen Pilze.

So entschieden die Begriffe Thier und Pflanze sich von einander zu entfernen, ja sich einander entgegen zu setzen scheinen, wenn wir bei der Vergleichung das Wesen eines der vollkommeneren Thiere und einer der Culturpflanzen unserer

*

Aecker oder Wälder im Sinne haben, so schwierig ist es, über den Unterschied zwischen Pflanzenreich und Thierreich eine überall stichhaltige Erklärung zu geben, sobald man zu den unvollkommensten Ordnungen beider Naturreiche hinabsteigt. Unter denjenigen Pflanzenklassen, welche wir zuerst unserer Betrachtung unterziehen wollen, weil die Vorgänge, innerhalb deren das Leben der Gewächse sich bewegt, bei diesen in *äußerster Einfachheit* erscheinen und somit unserer Beobachtung und Erkenntniß zugänglicher sind, bieten sich uns mannigfaltige Verhältnisse dar, welche an das thierische Leben der Infusorien erinnern. Mehr, als in irgend einem Gebiete der Naturgeschichte, haben wir uns hier vor Täuschungen zu hüten, vorgefaßte Meinungen oder vorzeitig aufgestellte Behauptungen mit Zweifel zurückzuweisen und uns einzig treu an beobachtete Thatsachen zu halten.

Die *Pilze* oder *Schwammpflanzen* sind größtentheils so unscheinbar, ja meistens so unsichtbar klein, daß nur die vollkommensten unter ihnen dem Menschen auffallen. Jeder weiß von den *Champignons*, *Steinpilzen*, *Pfifferlingen*, *Morcheln* und *Trüffeln*; allein von den zahllosen *Schimmelarten*, welche uns stets ein Zeichen der Verderbniß der Speisen sind, auf welchen wir sie antreffen, weiß Mancher nicht, daß auch sie zu den Pflanzen, und zwar zu den Pilzen zu rechnen sind, und von den zahllosen *Kernpilzen* und *Staubpilzen*, von denen fast jedes Blatt und jeder Halm wimmelt, ahnen die Meisten selbst das Dasein nicht, so auffallend und fühlbar auch die „*räthselhaften*" und „*unbegreiflichen*" Erscheinungen sind, durch welche das *massenhafte Zusammenwirken einer unzählbaren Menge* dieser für das bloße Auge gar nicht existirenden Pflänzchen sich *nicht selten kund gibt*.

Die Gährung. Bringt man in eine Auflösung von Zucker in Wasser (z. B. 1 Loth Honig in 8 Loth Wassers gelöst) eine, wenn auch nur geringe, Menge von faulendem Käse oder Fleisch, Blut, Eiweiß oder andern Substanzen von ähnlicher chemischer Mischung, so bemerkt man bei einer mäßigen Temperatur (18—24° C.) bald (bei Anwendung von Rohrzucker erst nach längerer Zeit) zahlreiche Gasbläschen, welche in der Flüssigkeit entstehen und vermöge ihrer Leichtigkeit zur Oberfläche emporsteigen. Die Luftart, welche sich in einer Flasche auffangen läßt, weist sich bei der einfachen Probe, daß man die Mündung der Flasche über eine Lichtflamme neigt, als *Kohlensäure* aus, indem sie herausfließend das Verlöschen der Flamme bewirkt. Nachdem die Entwicklung der Luftbläschen aufgehört hat, findet man durch den Geschmack sehr leicht, daß die Flüssigkeit *nicht mehr Zucker*, sondern *Alkohol* (Weingeist) enthält, indem dieselbe nicht mehr süß, sondern branntweinartig schmeckt und berauschend wirkt. Den beschriebenen Vorgang nennt man eine *Gährung*; derselbe beruht auf einer *Zersetzung* der in der Flüssigkeit enthaltenen *Mischungen*.

Die *Fäulniß* ist selber eine ganz ähnliche Zersetzung. Das faulende Fleisch besteht der Hauptmasse nach aus dem sogenannten *Faserstoffe* oder *Fibrin*, der Käse aus *Käsestoff* oder Casein, das Eiweiß aus *Eiweißstoff* oder *Albumin*. Fibrin, Casein, Albumin sind Mischungen aus Carboneum, Oxygenium, Hydrogenium, Nitrogenium nebst wenigem Schwefel und Phosphor. Die Fäulniß dieser Mischungen besteht darin, daß die genannten Elementarstoffe sich von einander trennen und paarweise in höchst einfachen Verhältnissen zu mehreren neuen Mischungen

vereinigen. Schwefel und Phosphor vereinigen sich mit einem entsprechenden (S. 6) Theile des Hydrogenium zu Schwefelwasserstoff und Phosphorwasserstoff, welche als übelduftende Luftarten aufsteigen. Nitrogenium vereinigt sich mit einem andern Theile des Hydrogenium und bildet Ammoniak, welches, ebenfalls sehr übelduftend (stechend), sich seinerseits wieder verbindet mit Kohlensäure, deren Bildung durch die Vereinigung des Carboneum mit einem Theile des Oxygenium vor sich geht. So entsteht kohlensaures Ammoniak, welches großentheils sich ebenfalls verflüchtigt. Endlich bildet sich aus dem Reste des Hydrogenium und Oxygenium eine gewisse Menge Wassers; in diesem bleibt ein Theil des kohlensauren Ammoniaks, wenigstens bei mäßiger Temperatur, aufgelöst.

Bei dem oben angeführten Versuche werden wir, wenn irgend die angewandte Menge faulenden Stoffes nicht zu gering war, nach vollendeter Gährung am Boden des Gefäßes einen Rückstand desselben in Form einer schwarzbraunen Masse vorfinden. Dieser Rückstand, in welchem die Fäulniß noch nicht vollendet ist und daher die so eben dargelegte Zersetzung noch fortwährend vor sich geht, heißt Moder oder Humus.

Nicht alle Kohlensäure, welche sich aus der gährenden Flüssigkeit entwickelte, war aus der faulenden Beigabe entstanden. Der Zucker, welchen man aus dem Zuckerrohre gewinnt, besteht aus Carboneum, Hydrogenium und Oxygenium, in solchem Verhältnisse, daß auf sechs Verhältnißmengen (S. 15) des ersteren je fünf der beiden andern Stoffe kommen $= C^6 H^5 O^5$. Dieser Zucker nimmt bei der Gährung zunächst noch eine Verhältnißmenge Wassers (HO) in seine Mischung auf und geht somit über in diejenige Zuckerart, welche den Honig bildet (Krümmelzucker) $= C^6 H^6 O^6$. Solchen Zucker enthielt also die der Gährung überlassene Flüssigkeit. Der Alkohol, welchen dieselbe dagegen nach Beendigung der Gährung enthält, besteht aus Carboneum, Hydrogenium und Oxygenium, wie der Zucker, aber in einem andern Verhältnisse, nämlich $= C^4 H^6 O^2$. Es sind also zwei Verhältnißmengen des Carboneums nebst vier Verhältnißmengen des Oxygeniums im Alkohol weniger enthalten, als im Zucker. Diese Verhältnißmengen, $C^2 O^4$, sind aber gerade gegenseitig genügend zur Bildung von Kohlensäure ($2\,CO^2 = C^2 O^4$). Wir erkennen nun die Quelle der großen Menge von Kohlensäure, welche sich bei der Gährung entwickelt:

Der Zucker	ist zersetzt in	Alkohol	und	Kohlensäure.
CCCCCC		CCCC		CC
OOOOOO		OO		OOOO
HHHHHH		HHHHHH		

Fibrin, Casein und Albumin, Substanzen von höchst ähnlicher quaternärer, d. h. aus 4 wesentlichen Elementarstoffen bestehender Zusammensetzung und nebst dem ganz nahe verwandten Leimstoffe, Kleber, Legumin u. a. m., auch wohl Proteinsubstanzen genannt, werden nur durch die Thiere und Pflanzen und auf eine künstlich nicht nachahmbare Weise erzeugt. Nur unter dem Einflusse des Thierlebens und des Pflanzenwachsthumes kann die höchst zusammengesetzte Mischung derselben existiren. Es sind alle diese Substanzen im höchsten Stande geneigt, sich freiwillig zu zersetzen, in Fäulniß überzugehen. Fäulniß ist ansteckend; d. h. auf eine, uns immerhin noch räthselhafte Weise, erhalten solche Substanzen, welche mit faulenden, sich zersetzenden, Mischungen in Berührung kommen, ebenfalls die größte

Neigung, sich zu zersetzen. So veranlaßt die faulende Beigabe die Gährung der Zuckerlösung: die Zersetzung des Zuckers in Alkohol und Kohlensäure.

Alle süßen Pflanzensäfte — Birkensaft, Ahornsaft, Traubensaft, Obstsaft, Johannisbeer- und Stachelbeersaft, Möhren- und Runkelrübensaft u. s. w. — enthalten Zucker, entweder Rohrzucker oder Krümmelzucker, letztern z. B. vorzugsweise der Traubensaft, woher auch die Benennung Traubenzucker. Alle Pflanzensäfte enthalten aber auch eine größere oder geringere Menge von irgend einer Proteinsubstanz. Es bedarf nur, daß man z. B. Möhrensaft bis zum Sieden erhitze, um eine solche Substanz durch Gerinnung sich darin abscheiden zu sehen. Es ist Eiweiß, Albumin, welches in dem Safte gelöst war und ganz wie das Eiweiß in einem Ei durch Siedhitze unlöslich wird. Durch Abfiltrirung kann man diese Substanz von der Flüssigkeit sondern, und bald wird man die beginnende Fäulniß spüren. Es ist hieraus begreiflich, daß solche Säfte bei mäßiger Temperatur (Seite 16 unten) von selber in Gährung übergehen: es faulen die Proteinsubstanzen und ihre Fäulniß steckt den Zucker an, welcher somit in Alkohol und Kohlensäure zerlegt wird.

Traubensaft, Möhrensaft, die zur Bereitung des Bieres erforderliche Abkochung des Gerstenmalzes und alle ähnliche Flüssigkeiten gehen von selber in Gährung über. Traubensaft, durch ein Filter gepreßt, im ersten Augenblicke klar und wasserhell, beginnt schon nach einer halben Stunde Farbenspiel zu zeigen und trübe zu werden. Während der Gährung erzeugt sich, bei niederer Temperatur am Grunde der Flüssigkeit, bei höherer Temperatur an der Oberfläche, eine graugelbe, trübe Masse, welche unter dem Namen Hefe allgemein bekannt ist. Ebenso bekannt ist es, daß die Hefe im höchsten Grade die Eigenschaft besitzt, ganz wie die faulenden Proteinsubstanzen, Gährung zu erregen, und zwar gerade die gleiche Art der Gährung, durch welche die Hefe selber entstanden ist, Unterhefe die langsame Untergährung, Oberhefe die rasche Obergährung.

Die Hefe besteht aus mikroskopischen Körperchen, welche durch Aufnahme von Stoffen sich bis zu einem gewissen Grade vergrößern und andre gleichartige Körperchen aus sich erzeugen.

In den gährungsfähigen Flüssigkeiten, welchen man den Namen Zellenbildungsflüssigkeiten oder Cytoblasteme gegeben hat, entstehen zuerst Kügelchen von Proteinsubstanz, Zellenkerne, Zellenbildner oder Cytoblasten genannt; in diesen bildet sich eine Höhlung, so daß das Kügelchen ein Bläschen wird. Dasselbe wächst und hat einen Ueberzug, eine Hülle von anderer Substanz, ohne daß man die Entstehung derselben wahrnehmen oder erklären könnte. Das mit einer solchen Hülle versehene Bläschen heißt eine Zelle. Die Hefe besteht aus mikroskopischen Zellen. Ihre Bildung geht mit solcher Schnelligkeit vor sich, daß auf gährendem Weine schon nach drei Stunden eine beträchtliche Schicht derselben sich ansammelt, während doch jeder Cubikzoll Hefe eine Billion derselben enthält.

Diese Zellen haben viele Uebereinstimmung mit den einfachsten Infusorien, aber es fehlt ihnen die Streckbarkeit und Wiedereinziehbarkeit der Masse, die Contraktilität. Die Thiere sind entweder einzelne contraktile Zellen, welche mit einem selbstständigen Leben begabt sind, oder Leiber aus zahllosen solchen Zellen gleichsam aufgebaut (Seite 537). Auch die vollkommensten Pflanzen bestehen ganz aus zahllosen, aber nicht contraktilen Zellen, während die einfachsten Pflanzen

einzelne, selbstständig sich entwickelnde Zellen sind. Die Hefenzellen sind solche einfache Pflänzchen. Man nennt sie Gährungspilze.

Eine geringe Menge von Hefe zeigt sich unter dem Mikroskope als ein Haufwerk zahlloser Zellen (Fig. 1). Dieselben haben eine mehr oder weniger kuglige oder eiförmige Gestalt und sind so klein, daß der Durchmesser der größten kaum 1/250 Linie beträgt, während viele kleinere erst zu Tausend aneinander gereiht eine Linie messen würden.



Fig. 1. Gährungspilze (Saccharomyces fermentum). (Hefe unter 300facher Vergrößerung.)

Viele derselben schwimmen vereinzelt in der Flüssigkeit, andre sind zu zweien oder dreien, oder zu zahlreichen Gruppen vereinigt.

Ganz ausgewaschene Hefe bildet ein geruchloses weißes Mehl. Durch eine sehr verdünnte Kalilauge kann man aus derselben Proteinsubstanz, welche den Zelleninhalt bildet, auflösen und entfernen. Es bleiben sodann die nur in sehr starker Kalilauge löslichen Zellenhüllen zurück. Dieselben bestehen aus

Carboneum	44,59
Hydrogenium	6,30
Oxygenium	49,11

Gewichtsprocenten, einem Verhältnisse, welches auf 6 Verhältnißmengen Carboneums je fünf solche von Hydrogenium und Oxygenium enthält $= C^6 H^5 O^5$. Ganz das gleiche Verhältniß derselben Stoffe enthält, wie oben erwähnt, der Rohrzucker. Aber während jener in Wasser bekanntlich leicht löslich ist, verhält sich der vorliegende, sogenannte Zellenstoff (Cellulose) gerade entgegengesetzt. Zucker und Zellenstoff geben uns ein Beispiel der höchst bemerkenswerthen Thatsache, daß Substanzen von gänzlich verschiedenen Eigenschaften nach den Stoffen und nach den Verhältnissen dieser Stoffe ganz die gleichen Bestandtheile haben können. Man nennt solche Substanzen isomere Substanzen. Zu derselben Isomerie mit Zucker und Zellenstoff gehören noch mehrere andre im Pflanzenreiche sehr häufige Substanzen: die Stärke oder das Amylum, Gummi, Dextrin u. s. w. Von dem Isomerismus kann man sich etwa die Vorstellung machen, daß in den verschiedenen isomeren Substanzen die einzelnen Mischungstheile unter sich in verschiedenartiger Weise verbunden wären z. B.

Zucker.	Cellulose.	Stärke.	Gummi.
OOOOO	OOOOO	HHHC	CCCCCC
HHHHH	CCCCCC	HCCO	OOOOO
CCCCCC	HHHHH	HCCO	HHHHH
		COOO	

und daß hieraus die Verschiedenartigkeit der Eigenschaften sich ableite. Den thierischen Zellen fehlt die Hülle von Cellulose.

Der Inhalt der Hefenzellen besteht aus Wasser und Proteinsubstanz, diese aber aus

Carboneum	53,26
Hydrogenium	7,04
Nitrogenium	16,03

Oxygenium nebst Spuren von Schwefel und Phosphor } 23,67

Gewichtsprocenten, und hat somit ganz die gleiche Zusammensetzung, welche Fibrin, Casein, Albumin, nebst Legumin, Kleber und die übrigen mit diesen isomeren Substanzen besitzen, welche alle durch ihren Gehalt an Nitrogenium oder Stickstoff eben so sehr, als die vorhin genannten Substanzen durch den Mangel an solchem sich auszeichnen.

Die Zellenhülle ist bei der Entstehung der Zelle anfangs innerlich ausgekleidet mit einer zarteren Haut, oder vielmehr einer dichteren hautartig zusammenhangenden Schicht des eiweißartigen Zelleninhaltes. Diese Haut, welche man die Schleimhaut oder den Primordialschlauch genannt hat und welche bei Befeuchtung der Zellen mit Salpetersäure unter dem Mikroskope durch Zusammenschrumpfung erkennbar ist, gleicht einigermaßen der hautartigen Außenschicht thierischer Zellen. Dieselbe verschwindet in der Pflanzenzelle später ganz. Der Cytoblast, welcher anfangs deutlich als eine dichtere Masse sichtbar war, wird meistens ebenfalls bald in der Flüssigkeit des Zelleninhaltes gleichmäßig aufgelöst und bildet dann ein Cytoblastem, eine Flüssigkeit, in welcher die Bildung neuer Zellen vor sich gehen kann.

Bei der Verbrennung der Hefe bleibt ein geringer Aschenrückstand; die Bestandtheile dieser Asche sind einerseits Spuren von Kieselerde, Kalkerde und Talkerde, theils von Kali, Kochsalz (Chlornatrium) und Eisenoxyd. Diese Stoffe, welche sich alle sowohl im Traubensafte als in der Malzabkochung aufgelöst finden, sind offenbar bei der Bildung der Hefenzellen in diese aufgenommen. Sie haben sich aber in denselben in einem eigenthümlichen Verhältnisse angesammelt, indem die meisten derselben in der Flüssigkeit nur in so geringer Spur vorhanden sind, daß die Nachweisung derselben kaum möglich ist, mit Ausnahme der Kieselerde, welche im Biere in viel größerer Menge enthalten ist, als in der Hefe; ebenso enthält Traubensaft eine sehr reichliche Menge von Kali, während die Hefe dennoch nicht größere Mengen davon aufgenommen hat. Wir überzeugen uns hieraus, daß die Aufnahme und Ansammlung dieser unverbrennlichen Stoffe bei der Bildung der Gährungspilze in einem bestimmten gesetzmäßigen Verhältnisse geschehen muß, wenn gleich die Chemie noch nicht im Stande ist, die Verbindung nachzuweisen, welche zwischen diesen Aschenbestandtheilen und dem Zellenstoffe oder dem Zelleninhalte stattfindet.

In solchen Flüssigkeiten, welche keine Proteinsubstanz enthalten, kann keine Gährung vor sich gehen. Bringt man aber in eine Zuckerlösung einen Zusatz von Hefe, so beginnt die Gährung rasch und die Hefe erleidet dabei eine bedeutende Veränderung. Dieselbe zeigt sich nämlich nach einiger Zeit ihres Proteininhaltes mehr und mehr beraubt. Es ist klar, daß sich auf Kosten dieses Proteins, welches der Zersetzung anheimfiel, die Gährung entwickelt hat. Die Hefe geht hier verloren.

Bringt man dagegen Hefe in eine proteinhaltige Zuckerlösung, so beginnt nicht allein alsobald die Gährung, sondern es vermehrt sich auch die Menge der Hefe außerordentlich. —

Die Zellenhülle heißt Wandung, Membran oder Haut. Dieselbe ist von äußerster Zartheit, so daß nur bei Anwendung der bedeutendsten Vergrößerung die äußere

und innere Fläche derselben von einander zu unterscheiden sind. Da der Zelleninhalt eine dichtere Flüssigkeit ist, als das umgebende Wasser oder die gährende Flüssigkeit, so findet fortwährend ein Austausch zwischen beiden Flüssigkeiten statt, welcher die Zellenmembran durchdringt. Vermöge der Endosmose wird von der dünnen Flüssigkeit, mit sammt ihrem Inhalte aufgenommen, wodurch der Zelleninhalt anschwillt, während zugleich eine geringe Menge der dichteren Flüssigkeit des letzteren durch Exosmose herausdringt, und als eine dünne schleimige Hülle äußerlich auf derselben abgelagert bleibt, oder auch in der umgebenden Flüssigkeit aufgelöst wird.

Durch das Eindringen der umgebenden Flüssigkeit in das Innere der Zelle wird die Zelle ernährt; sie wächst in Folge dessen. Dieses Wachsthum würde zu einer Sprengung der Zellenwandung führen müssen, wenn nicht gleichzeitig eine Zersetzung und Abscheidung innerhalb der Zelle vor sich ginge, deren Ursache uns eben so räthselhaft ist, als die Ursache des Entstehens der Zelle und ihrer Vermehrung.

Eine Quantität Hefe unter einer mit Sauerstoffgas gefüllten Glasglocke sich selbst überlassen, verwandelt dieses Gas in kurzer Zeit in Kohlensäure. Atmosphärische Luft, wenn man diese anwendet, wird ihres Sauerstoffgehaltes beraubt und erhält als Ersatz desselben Kohlensäure. Die Gährungspilze nehmen vermittelst des Wassers durch ihre Zellenwandung Sauerstoff in sich auf und scheiden denselben, nachdem sich Kohlenstoff mit ihm vereinigt hat, als Kohlensäure wieder aus. Der Kohlenstoff wird aus der Mischung der zur Ernährung der Zellen aufgenommenen Stoffe ausgeschieden. Der Vorgang ist jedenfalls in hohem Grade zu vergleichen mit dem, was im thierischen Körper vor sich geht. Aus allen mit der Nahrungsflüssigkeit von Außen aufgenommenen Stoffen behält die Zelle nur diejenigen Stoffe und in einem solchen Verhältnisse in sich, welche zur Vermehrung ihrer eigenen Substanzen, sei es des Zelleninhaltes oder sei es der Zellenmembran, dienen können, und während sie einerseits durch die Säurung überschüssigen Kohlenstoff beseitigt, scheidet sie andererseits die ihr nicht entsprechenden Stoffquantitäten, vermuthlich in verschiedenen Mischungen durch Exosmose wieder aus. So ist die kleine Zelle der Schauplatz unausgesetzter chemischer Vorgänge von Mischungen und Entmischungen, auf denen ihre eigene Existenz beruht und durch welche sie außerdem die genügende Substanzmenge ansammelt, um sich vermehren zu können.

Die Vermehrung der Zellen geht so vor sich, daß in dem Zelleninhalte Cytoblasten sich bilden, welche sodann zu Zellen (Tochterzellen) werden und sich ausdehnen. Oder es theilt sich der ganze Zelleninhalt oder auch der ursprüngliche Cytoblast einer Mutterzelle, wenn dieser noch sichtbar ist, in zwei oder mehrere Portionen, welche einen dichteren Mittelpunkt zeigen und durch einen lichteren Zwischenraum getrennt sind. Jede Portion umgibt sich dann mit einem besonderen Primordialschlauche, welcher eine unmittelbare Einfaltung des Primordialschlauches der Mutterzelle zu sein scheint, um welchen eine eigene vollständige Zellenhülle sich bildet. In jedem Falle löst die Zellenhaut der Mutterzelle sich bei diesem Vorgange auf, so daß die Tochterzellen frei werden. Endlich kommt auch der dritte Fall nicht selten vor, daß eine Mutterzelle an einem Theile ihres Umfanges sich ausdehnt, gleichsam einen Auswuchs bekommt, dessen Inhalt sich dann durch eine besondere Zellenhaut absondert. So bildet sich eine Knospenzelle, welche sich zuletzt auch

von der Mutterzelle ablöst, wobei dann ein Theil der Zellenhülle der letztern um die neugebildete Zelle bemerkbar bleibt. Durch den schleimigen Aussonderungsstoff, mit welchem die Zellenhaut stets äußerlich bedeckt ist, bleiben viele Zellen oft häufchenweise zusammenhangen.

Da jede einzelne Zelle für sich existiren, wachsen und sich durch Vermehrung fortpflanzen kann, so ist jede einzelne Zelle als eine Pflanze für sich zu betrachten. Die Vermehrung der Zellen geschieht mit außerordentlicher Schnelligkeit.

Durch den Stoffwechsel in den Gährungspilzen entwickelt sich Wärme ganz wie bei der Athmung der Thiere. Die Oberhefe zeigt größere Zellen, und bei ihrer Bildung ist die Wärmeentwicklung stärker, als bei der Bildung der kleinzelligeren, langsamer sich vermehrenden Unterhefe. Unterhefe ändert sich aber in Oberhefe um, wenn dieselbe andauernd in einer bei höherer Temperatur gährenden Flüssigkeit sich vermehrt. Die Grenzen der Gährung selber liegen innerhalb einer Temperatur von 8° und 40° Cels.; weder bei einer höheren, noch bei einer niederen kann dieselbe stattfinden; die höhere Temperatur innerhalb dieser Grenze ist offenbar der Entwicklung der Gährungspilze günstiger als die niedere.

Die Gährung an sich bedarf nicht der atmosphärischen Luft, da bei derselben keine Aufnahme irgend eines Stoffes aus dieser stattfindet. Demnach geht die Gährung auch in völlig von dem Zutritte der Luft abgeschlossenen Flüssigkeiten vor sich, wenn dieselben entweder nur einen Augenblick vorübergehend der Einwirkung des Sauerstoffes ausgesetzt gewesen sind — wo dann der Sauerstoff auf eine noch unerklärte Weise als Erreger der Zersetzung wirkt, bei welcher er selber weiter sich nicht betheiligt — oder wenn die Zersetzung durch die Poldrähte eines galvanischen Apparates angeregt worden ist. Bei Ausschluß der Luft bilden sich keine Gährungspilze, sondern die Gährung geht ohne Hefenerzeugung vor sich. Ist einer bei Ausschluß der Luft gährenden Flüssigkeit zuvor Hefe zugesetzt worden, so gehen die Pilze zu Grunde, indem sie in Fäulniß übergehen.

Man streitet oft darüber, ob die Gährungspilze die Ursache der Gährung oder ob sie das Erzeugniß der Gährung seien; ob dieselben sich ohne Mutterzellen in einer gährungsfähigen Flüssigkeit bilden können, oder ob auf eine nicht nachweisbare Weise Mutterzellen in die zur Gährung vorbereitete Flüssigkeit gerathen. Für die Art der Wirkung, durch welche die Gährungspilze Gährung erregen, ist es wichtig, daß die Hefe, wenn sie vollkommen ausgewässert (ausgewaschen) ist, fast gar keine gährungerregende Wirkung zeigt, daß sie aber diese im Verlaufe der Gährung in vollem Maße wieder erlangt. Wir können daraus vermuthen, daß die Zersetzung der Aussonderungsstoffe, welche die Pilzzellen umhüllen, die eigentliche Erregerin der Gährung sei, da diese durch das Auswässern entfernt werden, während die Zellen im übrigen dabei unverändert bleiben.

Die besondere Art des Pflanzensaftes oder Gemisches, welche der Gährung unterworfen wird, ist für die Natur der Gährungspilze, welche darin entstehen, ganz ohne Einfluß. In Möhrensaft, Traubensaft, Birkensaft, Bier und Branntwein entstehen ganz die gleichen Zellenformen.

Krankheitspilze. — Nicht allein in ausgepreßten Pflanzensäften entstehen Pilzzellen. Auch solche Säfte, welche noch in Pflanzen enthalten sind, können,

wenn sie die Beschaffenheit eines Cytoblastems haben, zu Pilzbildungen Veranlassung geben. Jedoch scheint es, als ob solche nur dann eintrete, wenn die Lebensthätigkeit in der ganzen Pflanze oder in einzelnen Theilen derselben sehr gering oder gar erloschen ist. Zahlreiche sogenannte Ausschläge und andere Krankheiten an den Pflanzen sind mit der Erscheinung von Pilzbildungen verbunden, deren Vollkommenheit nicht größer ist, als die der Gährungspilze. Es ist auch hier streitig, ob die Pilzbildung durch die Krankheit des Gewächses hervorgerufen, oder ob die Krankheit eine Folge der Pilzbildung sei. Bei Erwägung aller Umstände wird vielleicht die Ansicht als die richtigste erscheinen dürfen, daß zwar, wie oben gesagt, eine sehr gesunkene oder gar erloschene Lebensthätigkeit der kranken Pflanze zur Entstehung der Pilze die Veranlassung war, mögen nun die Pilze aus Mutterzellen entstanden sein, welche zufällig in die kranke Pflanze gerathen konnten, oder mögen dieselben sich unmittelbar gebildet haben; daß aber sodann die Lebensthätigkeit der Pilzzellen, wie bei der Gährung, befördernd auf die Zersetzung der Säfte der kranken Pflanze oder einzelner Theile derselben einwirke und diese somit ihrem völligen Verderben entgegenführe. Eine solche Ansicht dürfte dann auch für diejenigen Pilzbildungen gelten, welche man in neuerer Zeit so häufig bei Krankheiten der Menschen und Thiere, besonders auch bei ansteckenden Krankheiten, mit Hülfe des Mikroskopes in den vorzugsweise betroffenen Organen beobachtet hat. Auch hier scheint in vielen Fällen eine Prädisposition zur Krankheit, eine Geneigtheit zu derselben durch die Beschaffenheit der Säfte des Körpers, vorhanden sein zu müssen, damit die von einer Person auf die andere durch Berührung oder selbst durch den Hauch der Luft übertragbaren Pilzzellen zur Entwicklung und Vermehrung gedeihen und die Zersetzung der Säfte hervorrufen können, in denen sodann die Krankheit sich äußert. Die Krankheit führt in ihrem Verlaufe entweder den Tod herbei, oder wenn die Menge der vorhandenen zersetzungsfähigen Stoffe nicht allzu groß ist, so vollendet sich in diesen die Zersetzung und endigt sodann mit dieser die Krankheit und zugleich die fernere Fähigkeit zu derselben. Doch müßten wir uns hüten, bei allen Krankheiten, deren Erscheinungen mit einem solchen Verlaufe übereinstimmen möchten, eine Pilzbildung vorauszusetzen, da durch jede in Zersetzung begriffene Substanz (faules Fleisch, kalter Brand) ähnliche Ansteckungen hervorgerufen werden können.

Allgemein bekannt sind die Krankheiten des Getreides, welche man Brand zu nennen pflegt. An den Aehren entwickelt sich an einzelnen, mitunter an allen Punkten, an welchen Körner sich erzeugen sollten, ein Häufchen rost- oder rußfarbenen Staubes (Fig. 2). Eine geringe Menge desselben erscheint unter dem Mikroskope als ein zahlloses Haufwerk von Zellen, welche, abgesehen von der dunkleren Färbung, mit den Gährungspilzen die größte Aehnlichkeit zeigen, sich auch ganz wie diese vermehren und oft mehrere deutliche Zellenkerne enthalten. Diese Brandpilze entstehen in der Getreideblüthe gerade in dem sogenannten Fruchtknoten, d. h. in dem sich bildenden Korne, und zwar auf Kosten der Säfte, welche in der Getreideähre zur Ausbildung des Kornes verwendet werden sollten. Schon bevor die Aehre aus dem Halme hervorgetreten ist, findet man an derselben bei näherer Betrachtung die Fruchtknoten zum Theil bläulich oder schwärzlich und entdeckt bei mikroskopischer Untersuchung einzelne Pilzzellengruppen. Merkwürdiger Weise wächst



Fig. 2. Getreidebrand.
a Eine brandige Haferrispe.
b Brandpilze (Uredo segetum).
200fach vergrößert.

von solchen pilzkranken Fruchtknoten die äußere Haut ungestört weiter, während das Innere des Kornes sich nicht weiter entwickelt, sondern vielmehr einer zunehmenden Menge von Pilzzellen Platz macht, deren Masse endlich so groß wird, daß die Hauthülle gesprengt wird. Besonders Hafer, Gerste und Weizen sind dem Brande in hohem Grade unterworfen. Mitunter findet man Aecker, auf welchen wenige Aehren ganz verschont geblieben sind, während andere einzelne oder gar keine gesunde Körner enthalten. Man unterscheidet am Getreide mehrere Arten von Rost und Brand, jedoch nach sehr wenig entschiedenen Merkmalen. Bei dem Schmierbrande (Uredo caries) ist die Menge der von den Zellen ausgesonderten schleimigen Masse beträchtlich, und es stammt daher der Name dieser, besonders beim Weizen vorkommenden Art, während der Flugbrand (Uredo carbo), welcher vorzugsweise Gerste und Hafer befällt, staubartig trocken erscheint. Der Rost (Uredo rubigo) am Hafer zeichnet sich durch mehr röthliche Färbung aus. Auf Gräsern und andern Pflanzen findet man Brandpilze sehr häufig, und man unterscheidet allein in Deutschland über hundert Arten derselben.

Dadurch, daß man die zur Aussaat bestimmten Getreidekörner einestheils sichtet, indem man sie in Wasser bringt und die brandigen, ihrer Leichtigkeit wegen oben auf schwimmenden Körner absondert, dann aber auch besonders dadurch, daß man das Saatgetreide vor der Aussaat mit gebranntem Kalke, Asche, Eisenvitriol oder andern Aetzmitteln vermengt, kann man, vielen Versuchen zufolge, den Brand des Getreides sehr vermindern. Hienach scheint es, als ob die staubartig feinen Zellen der Pilze, welche bei der Ernte und bei der späteren Behandlung des Getreides in unendlicher Menge verstäuben, ja den Dreschern sogar manchmal das Angesicht völlig schwärzen und ihnen Brennen in den Augen verursachen, an der Aussaat haftend, den aus den Körnern erwachsenden Aehren sich auf irgend eine Weise anhängen und durch ihre Vermehrung das Uebel hervorrufen. Andererseits ist es noch keineswegs aufgeklärt, wie die dem Aussaatkorne anhaftenden Staubzellen mit dem Halme emporwachsen und innerhalb desselben in die Aehre gelangen und sich dort ausbilden mögen. Nach den Beobachtungen, welche man gemacht hat, begünstigt die Witterung in manchen Jahren die Vermehrung des Brandes in hohem Grade, und zwar gerade eine solche, welche dem Gedeihen des Getreides minder günstig ist; weßhalb denn Manche der Ansicht sind, daß eine mangelhafte Lebensthätigkeit des Getreidekornes selbst entweder zur ursprünglichen Entstehung der Pilze in den Säften desselben Veranlassung gebe, oder wenigstens die wuchernde Vermehrung der Zellen begünstige.

Bei manchen ähnlichen Pilzbildungen, welche sich unter der Oberhaut von Pflanzen entwickeln und durch eine fleckige Färbung der befallenen Theile sich verrathen, bricht die Zellenmasse, oft mit mehr oder weniger klebrigem Schleime verbunden, endlich aus der Oberhaut hervor, bald in warzenartigen, bald in wurm=

förmigen, oft dazu sehr auffallend gefärbten Häufchen. Merkwürdiger Weise wächst an solchen Punkten sehr häufig auch die Oberhaut der Pflanze mehr oder weniger mit empor und bildet so eine Art von Behälter oder eine Kapsel, welche schließlich in bestimmter, sehr kenntlicher Weise aufreißt. Als Beispiel einer solchen Pilzbildung mögen die gelben, später rothbraunen Flecken dienen, welche man an Obstbäumen, besonders Birnbäumen, manchmal auf den Blättern in großer Häufigkeit bemerkt (Fig. 3). Im Herbste werden solche Flecken auf der Unterseite der Blätter warzig, und endlich reißen die Warzen gitterförmig auf, so daß der Inhalt derselben, welcher aus den höchst einfachen Pilzzellen besteht, sich herausschütten kann. Wie solche Zellen sich den Winter hindurch auf den Knospen erhalten, aus denen im folgenden Frühlinge neue Blätter hervorbrechen, wie dieselben auf und in diese Blätter gelangen, um sich dort wieder zu vermehren und die gleichen Auswüchse hervorzurufen, das bleibt noch unerklärt, und um so mehr, als man Fälle nachgewiesen hat, bei denen die im Herbste sich verschüttenden Pilzzellen bedeutend größer waren, als daß die in der Oberhaut der Blätter, auf denen sie sich zeigen, befindlichen mikroskopischen Oeffnungen ihnen das Eindringen in solche gestatten könnten. Es verdient wohl beachtet zu werden, daß die Gesundheitsfülle der befallenen Pflanze offenbar der Ausbreitung der Pilze widerstrebt. Bäume, welche in einem guten Obergrunde stehen und in der Jugend nie fleckige Blätter zeigten, werden oft plötzlich und mit jedem Jahre zunehmend „pilzkrank", wenn ihre Wurzeln einen schlechteren Untergrund erreichen. Durch Aufgrabung der Erde in einem entsprechenden Umkreise um den Stamm und gute Düngung gesundet ein solcher Baum oft noch wieder vollständig. Auch an unterirdischen Pflanzentheilen zeigen sich Pilze nicht selten. Die sogenannte Grind- oder Krätzkrankheit der Kartoffelknollen, welche sich in warzenartigem Schorfe der Oberhaut verräth, wird durch den Knollenbrand (Rhizosporium solani) hervorgerufen.

Fast jede Pflanze, vom Baume bis zum zartesten Kraute, hat ihre besondere

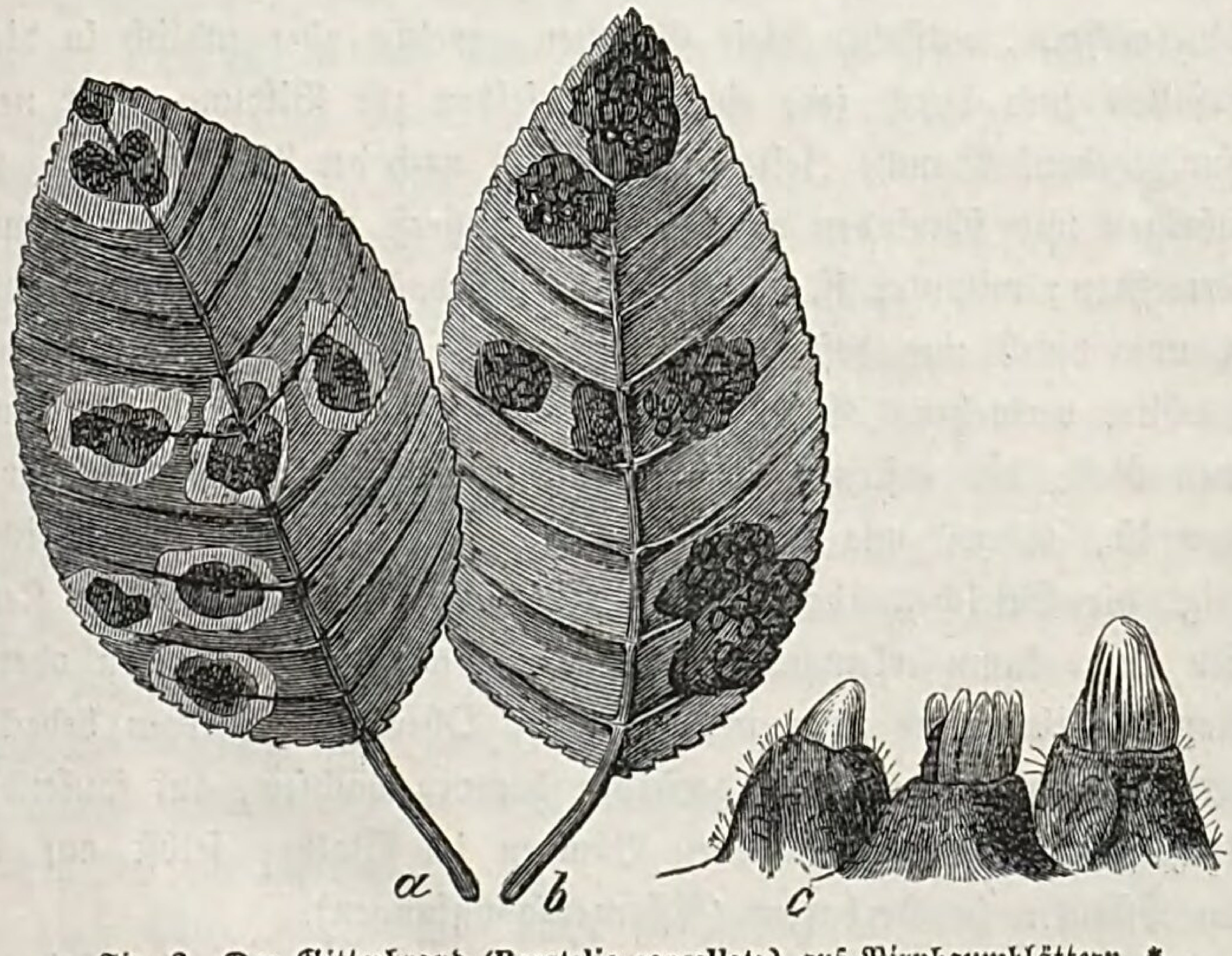


Fig. 3. Der Gitterbrand (Roestelia cancellata) auf Birnbaumblättern. *

* a Obere Blattfläche mit orangefarbigen, in der Mitte braunen und schwarz punktirten Flecken; b untere Blattfläche mit aufgebrochener Oberhaut; c einige Aufbrüche in verschiedenem Zustande, vergrößert.

Art von einzelligen Pilzen, welche so vorherrschend oder gar ausschließend auf der einen oder andern, oder gar in oder auf bestimmten Theilen derselben vorkommen, daß man sie großentheils nach denselben benannt hat.



Fig. 4. Zwillingsbrand.*

* *a* **Puccinia arundinacea** auf Schilfstengeln; **Puccinia anemones** auf Waldanemonenblättern.

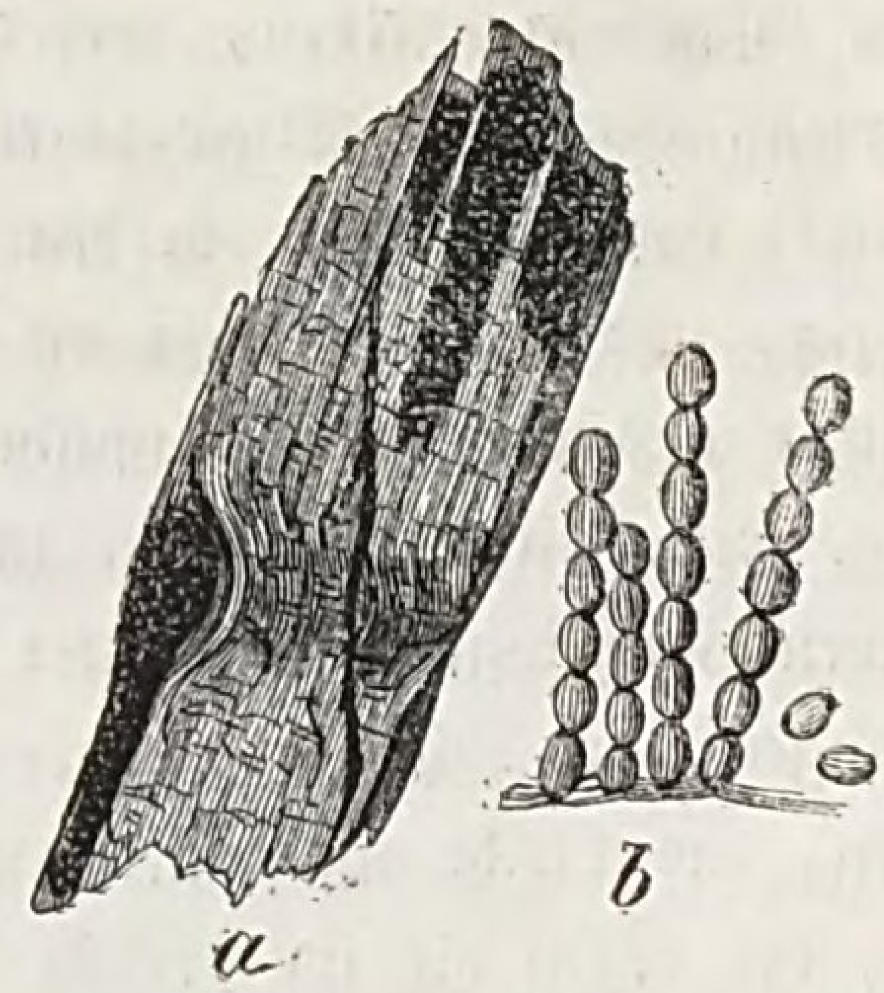


Fig. 5. Kettenbrand.*

* *a* Ein alter Holzsplitter mit schwarzem Kettenbrande (**Torula antennata**); *b* einige Zellenreihen von diesem Kettenbrande, vergrößert.

Manche dieser Pilze sind nicht ganz so einfach gebildet als die bisher betrachteten. Die Zwillingsbrande oder Puccinien (Fig. 4) zeigen häufig Doppelzellen, welche nicht sogleich nach Entstehung einer Scheidewand zwischen dem getheilten Zelleninhalte sich von einander abtrennen; ja mitunter hangen sogar drei Zellen fest aneinander. Im Uebrigen verhalten sich die Puccinien ganz wie die gewöhnlichen Brande. Zahlreiche Arten finden sich auf Getreidehalmen und Blättern, und auf den gleichen Theilen anderer gras- und krautartiger Pflanzen, welche sie oft ganz mit rußfarbigem Pulver bedecken. Die Kettenbrande (Fig. 5) zeigen immer sehr bestimmt aneinander gereihte Zellen, welche zusammen perlschnurähnliche Fäden bilden. Indem die Zellen stets nach einer bestimmten Richtung durch Theilung sich vermehren, entstehen diese Gruppen, welche aber endlich in die einzelnen Zellen zerfallen und durch jede einzelne derselben zur Bildung einer neuen Reihe Veranlassung geben. Manche Zellen dehnen sich nach der Längenrichtung stärker aus als die übrigen und schwinden dann zu einer äußerst zarten Flocke zusammen, ohne sich zu vermehren; mitunter ist es der Fall, daß das freie Ende einer solchen Zelle anschwillt und durch eine besondere Scheidewand sich abschließt, und dann durch Theilung weiter vermehrt. Es steht dann die Zellenreihe auf dem zusammengeschwundenen Reste der ersten Zelle wie auf einem zarteren Stiele, was um so auffallender ist, wenn, wie gewöhnlich, die Zellen durch den reichlichen Inhalt dunkelfarbig, die Stielchen aber farblos erscheinen. Man findet solche Kettenbrande, dem bloßen Auge kaum erkennbar, in Menge sowohl auf lebenden oder abgestorbenen Pflanzentheilen, und zwar nicht von der Oberhaut derselben bedeckt, sondern nur in derselben haftend und aus derselben hervorgewachsen, auf faulendem Holze, z. B. Wurzelstöcken von abgehauenen Bäumen im Walde, selbst auf den feucht gebliebenen Pflanzen in Herbarien (Pflanzensammlungen).

Die Fachbrande (Fig. 6) erscheinen ebenfalls fadenförmig. Die erste Zelle dehnt sich in die Länge aus, ihr Inhalt sammelt sich in dem köpfchenartig anschwel-

lenden freien Ende und ſondert ſich durch eine Scheidewand als neue Zelle, ohne jedoch äußerlich ſich abzutrennen. Dieſe Zelle theilt ſich durch eine neue Scheidewand, und durch eine weitere Fortſetzung der Theilungen entſteht zuletzt eine Zellenreihe, welche ſich als ein keulenförmiges gemeinſames Ganzes auf zarterem Stielchen darſtellt. Die Scheidewände zwiſchen den einzelnen Zellen erſcheinen als gerade Flächen; äußerlich ſind die Zellen nicht geſondert. Endlich aber trennen dieſelben ſich dennoch und jede Zelle wird der Keim zu einer neuen Zellenbildung.



a

Fig. 6. Fachbrand (Phragmidium incrassatum) auf Brombeerblättern. *

* *a* Einige Pilze vergrößert auf dem Zellgewebe des Blattes.

Das Merkwürdige bei dieſen zuſammengeſetzteren Bildungen einzelliger Pilze iſt der Umſtand, daß nur die zuerſt gebildete Zelle ihre Nahrung unmittelbar aus den Säften der Pflanze zieht, auf welcher ſie wächst, während die Tochterzellen die Nahrung nur durch die Vermittlung der erſten Zelle, die letzten Zellen einer Reihe ſogar durch Vermittlung der ganzen früher gebildeten Zellenreihe beziehen. Der weſentliche Unterſchied beruht darin, daß die Tochterzellen nur an dem Berührungspunkte, an welchem ſie mit der Mutterzelle zuſammenhangen, durch Endosmoſe Nahrung aufnehmen können, ein Vorgang, welcher nur bis zu völliger Ausbildung der Scheidewände der Zellen zu genügen ſcheint. Da freilich, wo eine Menge von Zellenreihen dicht gedrängt ſich neben einander entwickelt, wie das ſehr häufig der Fall iſt, werden ohne Zweifel auch zwiſchen denſelben Nahrungsſäfte emporgezogen, welche dann die Ernährung der einzelnen Zellen unterſtützen. Da übrigens jede einzelne Zelle für ſich exiſtiren, ſich ernähren und vermehren kann, ſo iſt jede derſelben auch hier als eine Pflanze für ſich zu betrachten.

Viele einzellige Pilze bilden warzenförmige, rundliche oder langgeſtreckte Zellenhäufchen, welche durch eine bedeutende Maſſe ſchleimiger Ausſonderungsſtoffe zu einem Ganzen verbunden ſind und ſo bald unter der Oberhaut der Pflanzen kleine Höckerchen bilden oder auch als kleine Körnchen, Schörfe oder Knollen hervorbrechen. Jede Zelle iſt nichts deſto weniger eine Pflanze für ſich; aber alle liegen gemeinſam in der zuſammengefloſſenen zähen Schleimmaſſe, welche man ihre Unterlage, Grundmaſſe oder fälſchlich Muttermaſſe (matrix) benannt hat. Jede Zelle kann wieder der Anfang eines neuen Häufchens werden. Mitunter ſind die Zellen auffallend anders gefärbt als die Schleimmaſſe und bilden dann eine leicht erkennbare Schichte auf der letzteren.

Alle dieſe Pilze nähren ſich durch Aufnahme der Säfte der Gewächſe, auf denen ſie entſtehen, alle ſind ein ſtarkes Beförderungsmittel der Verderbniß dieſer Säfte. Es beruht darin die wichtige Rolle, welche ſie in der Natur ſpielen, indem

einestheils die Wachsthums- und Vermehrungsfähigkeit vieler Pflanzen vermindert und in Schranken gehalten wird, anderntheils alle abgestorbenen Pflanzentheile rasch ihrer Auflösung entgegengeführt werden. Jeder Grashalm, jedes niedergefallene Laub, jeder dürre Zweig, jedes gefällte Holz kann uns in den feuchten Monaten des Herbstes und des Frühlings eine Vorstellung von der Häufigkeit und von der Wirkung dieser unvollkommensten unter allen Pflanzen geben. Zugleich sind uns diese einfach gebildeten Pilze deutliche Beispiele für die Zellenbildung und Vermehrung, für die Ernährung, Athmung und Fortpflanzung aller Pilze, bei welchen stets die gleichen Vorgänge und Erscheinungen, nur in zusammengesetzterer Form und größerer Sonderung, uns wieder begegnen.

II. Klasse. Die Flockenpilze (Schimmel).

Wo irgend thierische und pflanzliche Stoffe in dumpfer, feuchter Luft in Fäulniß überzugehen beginnen, da erscheint sehr rasch auf oder in denselben ein weißlicher flockiger Ueberzug: der Schimmel.

Mit dem Worte Schimmel bezeichnen wir eine außerordentlich zahlreiche Menge verschiedenartiger, immer sehr einfach gebildeter, aber höchst mannigfaltiger und oft bewundernswürdig zierlicher Pflanzen.

Keine Schimmelart ist bekannter als der Brodschimmel (Aspergillus glaucus). Es ist eine ganz besondere Art, welche diesen Namen vorzugsweise verdient. Kugelförmige Zellen dehnen sich zu mehr oder weniger langen Fäden aus, deren Zartheit dieselben, sobald man sie nur berührt, zerfließen läßt. Solche Fäden liegen in Menge auf der Fläche des Brodes, besonders in den hohlen Stellen desselben, wie ein dichter Rasen oder wie ein flockiges Filzgewebe. Viele Fäden aber stehen aufrecht. Durch Ansammlung des Zelleninhaltes in der Spitze der Fäden und Bildung einer besondern Zellhaut entstehen einzelne Scheidewände, welche ziemlich weit von einander abstehen, da die neugebildete Zelle rasch weiter zu einem Faden auswächst. Die erste Zelle saugt die Nahrung ein und theilt diese durch die Scheidewand der nächsten Zelle mit. Die letzte Zelle der aufrecht stehenden Fäden ist keulenförmig angeschwollen und bekommt Auswüchse, deren Inhalt sich zu einzelnen kugeligen Zellen ausbildet, aus denen dann durch Theilung Reihen von solchen Zellen werden, so daß bald ein rundliches Köpfchen von Zellen, verleimt durch den von den Zellen ausgesonderten Schleim, auf der Spitze des Fadens hangt. Die niederliegenden Fäden erzeugen keine kugelige Zellchen und werden daher unfruchtbare Fäden genannt, indem die kleinen kugeligen Zellen als der zur Fortpflanzung der Schimmelpflanzen dienende Same zu betrachten sind. Dieselben fallen, wenn sie völlig ausgebildet sind, als ein grüngrauer Staub von den Fäden herunter und verwehen in der Luft. Jede einzelne Zelle bildet sich, wo sie immer einen geeigneten Boden, nämlich feuchtes Brod, findet, zu einem Schimmelfaden aus, welcher schnell einer Menge anderer Fäden die Entstehung zu geben vermag.

Wir unterscheiden bei den Schimmelpilzen zweierlei Zellen, nämlich diejenigen, welche die Fäden bilden und welche nur in ihrem Zusammenhange existiren können,

und diejenigen, aus welchen die Zellenhäufchen an der Spitze der Fäden zusammengesetzt sind, und welche, von der Mutterzelle losgetrennt, frei für sich wachsen und neue Fäden bilden können. Die ersteren verrichten nur die Ernährung und Athmung und bewirken das Wachsthum der Pflanze, die letzteren dienen zur Fortpflanzung, wenn gleich sie im Uebrigen nicht wahrnehmbar von den andern verschieden sind, als nur durch die Form und dadurch, daß mit ihnen eigentlich eine neue Reihe der Fadenzellen entsteht. Die Zellenvermehrung erleidet eine Unterbrechung mit der Bildung dieser kleinen Zellen, indem dieselben sich erst dann weiter vermehren können, wenn sie selber, von der Mutterpflanze losgetrennt, eigene Nahrung unmittelbar zu sich zu nehmen im Stande sind. Man nennt diese Zellen Keimzellen oder Sporidien. Die ganze Flockenmasse der Fadenzellen nennt man die Grundlage, das Lager (thallus) oder das Flockengewebe (mycelium) der Schimmelpilze.

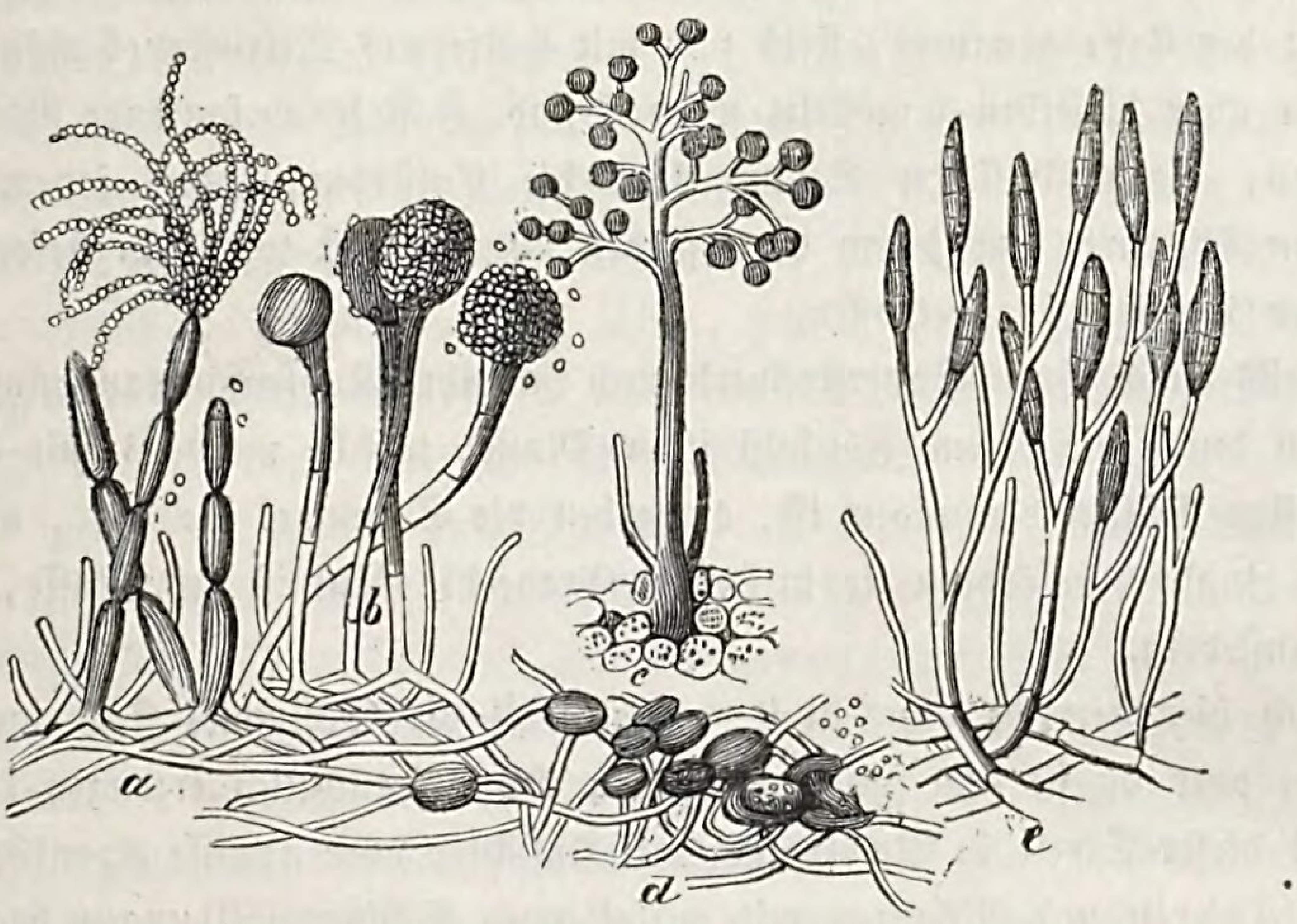


Fig. 7. Schimmel. — 100fach vergrößert. *

a Graugrüner Pinselschimmel (Penicillium glaucum); *b* blauer Schlauchschimmel (Ascophora mucedo); *c* gemeiner Traubenschimmel (Botrytis parasitica); *d* gelber Herbarienschimmel (Eurotium herbariorum); *e* Kartoffelschimmel (Fusisporium solani).

Beim Pinselschimmel (Fig. 7), welcher auf fauligen Früchten häufig ist, geht die Bildung der Sporidien ganz ähnlich vor sich, nur ist die endständige Fadenzelle nicht angeschwollen, und die Reihen der Sporidien bilden freie fadenartige Schnürchen, welche zusammen ein pinselartiges Büschelchen auf dem Gipfel der Fäden darstellen. Dagegen bei den Schlauchfadenpilzen ist die gipfelständige Zelle ganz kugelig und bedeckt sich mit einer dichten Menge äußerst kleiner kugeliger Zellenauswüchse, deren Inhalt sich mit einer besonderen Zellhaut umgibt, worauf dann auch die äußere Zellhaut der einzelnen Auswüchse sich abschließt, so daß diese sich schließlich als Sporidien lostrennen. Bei den Traubenschimmeln, welche auf faulenden Pflanzen- und Thierstoffen in großer Mannigfaltigkeit angetroffen werden, ist der größte Theil des Fadens aus einer einzigen, aber nach allen Seiten, ohne Bildung absondernder Scheidewände, ästig ausgewachsenen Zelle gebildet, und die Spitzen dieser Aeste zertheilen sich vielfach, sondern sich aber dabei nach einer ähnlichen Zellenbildung, wie bei den vorher beschriebenen, als eigene Sporidien ab, welche anfangs als kleine Büschelchen auf den Aesten hangen und

endlich abfallen. Beim Herbarienschimmel, welcher an übel getrockneten Pflanzen unserer Sammlungen sich so leicht einfindet, ist das ganze Flockengewebe niederliegend, und es erzeugen sich auf demselben an solchen Punkten, wo die Fadenzellen sich strahlenförmig verästeln, einzelne kugelige aufgetriebene Zellen, innerhalb deren eine große Menge äußerst kleiner Sporidien sich bildet. Die Mutterzellen, welche man hier Behälterchen (peridiola) nennt, platzen später auf, so daß die Sporidien frei werden. Aehnliches geschieht bei dem verbreitetsten aller Schimmelpilze, dem gemeinen Kopfschimmel (Mucor mucedo), welcher auch oft auf Brod und andern Speisen wächst. Derselbe hat durch Scheidewände gegliederte, also mehrzellige Fäden, deren Endzelle, bei den fruchtbaren aufrechtstehenden wenigstens, blasenförmig aufschwillt, und innerhalb dieser Blase, welche das Peridiolum ist, entstehen sehr zahlreiche und äußerst kleine Sporidienzellen.

Die Zahl der Schimmelarten geht ins Unglaubliche, obgleich erst in wenigen Gegenden der Erde genauere, stets nur mit Hülfe des Mikroskopes mögliche, Untersuchungen über dieselben angestellt worden sind. Fast jeder faulende Stoff gibt einer besonderen, eigenthümlichen Schimmelart die Entstehung, auf jedem Miste einer besonderen Thierart, auf jedem verwesenden Wurme fast wird ein besonderer eigenthümlicher Schimmel angetroffen.

Theils durch ihren Sauerstoffverbrauch und ihre Kohlensäureausdünstung, theils aber auch durch die eigene Fäulniß ihrer Masse, welche meistens mit den übelsten, widerlichsten Düften verbunden ist, verderben die Schimmel die Luft, in welcher sie wachsen. Zugleich befördern sie in hohem Grade die Fäulniß der Stoffe, auf welchen sie sich ansiedeln.

Auch hier herrscht der Streit, ob überall die Schimmel stets aus Sporidien entstehen, oder ob sie aus fauligen Massen sich ursprünglich erzeugen können. Auch hier tritt dieser Streit in Verbindung mit Ansichten über gewisse Krankheiten, welche man bei Thieren und Pflanzen mit auffallenden Schimmelbildungen begleitet findet. Eine in Italien und andern Gegenden, in welchen Seidenraupen gezogen werden, äußerst berüchtigte und gefürchtete Krankheit ist die Muscardine (Italienisch Calcino) der Seidenraupen. Diese Krankheit ist allemal von einer Schimmelbildung begleitet, welche jedoch erst nach dem Tode des Thieres zur Erscheinung kommt, indem die Schimmelfäden unter der Haut in der Fettmasse des Hinterleibes entstehen und erst schließlich zur Bildung der Sporidien hervorbrechen. Es ist hauptsächlich ein Traubenschimmel (Botrytis Bassiana), welchen man bei der Muscardine beobachtet hat, aber auch eine andere Schimmelgattung (Trichothecium roseum) scheint dieselbe Krankheit hervorzurufen. Hier ist wirklich der Pilz die Ursache der Krankheit, welche in einer Zersetzung der Fettmasse des Thieres beruht. Man findet nicht allein bei allen zur Ordnung der Schmetterlinge gehörigen Thieren Krankheiten, in denen dieselben Schimmel sich zeigen, sondern es ist sogar gelungen, die Krankheit durch Sporidien des Schimmels gesunden Thieren einzuimpfen. — Bei einer bösartigen Ausschlagskrankheit, dem sogenannten Wabenkopfgerinde, hat man eine andere Schimmelart (Acharion Schoenleinii) als Ursache der Krankheit entdeckt und diese Entdeckung dadurch bestätigt, daß man den Pilz auf die Haut gesunder Personen einimpfte. — Die berüchtigste aller Kartoffelkrankheiten, welche seit einem Jahrzehent so sehr überhand genommen hat, daß die Cultur dieser

nützlichen Pflanze höchst mißlich geworden ist, findet sich stets begleitet von dem Erscheinen eines Schimmels (Fig. 7, e) innerhalb der Knollen, zwischen deren Gewebe die Pilzfäden sich unsichtbar fein verzweigen. Hie und da brechen strauchartig verästelte Fäden in Büschelchen aus den Knollen hervor. Dieselben zeigen wenige Scheidewände; aber aus ihren Enden bildet sich eine Anzahl von aneinander gedrängten Sporidien, welche zusammen spindelförmige Verdickungen der Aeste darstellen. Um diese Schimmelfäden zu sehen, muß man kranke Kartoffeln einige Zeit im Keller liegen lassen. Die Bildung der Pilze ist allemal verbunden mit einer, wie es scheint durch die Cultur herbeigeführten, Vermehrung der Proteinsubstanzen, welche in den Kartoffeln enthalten sind, und krankhafter Zersetzung derselben.

Die Schimmel bedürfen ebenso, wie die einzelligen Pilze, nur wenigen Lichtes zu ihrem Gedeihen; ganz können sie desselben jedoch nicht entbehren, indem sie in völliger Finsterniß wenigstens keine Sporidien erzeugen.

An feuchten, dumpfigen, finstern Orten bilden sich nicht selten außerordentlich starke und auffallende Schimmelgewebe, welche sich von den eigentlichen Schimmeln dadurch unterscheiden, daß man bei ihnen noch nie die Bildung von Sporidien beobachtet hat. Solche Gewebe scheinen als Mißbildungen anderer Pflanzen, insbesondere von Lagern vollkommener Pilze, zumal Hautpilze, von Flechten und Moosen, theils aber auch von Wurzeln oder von den Zellen anderer Organe höherer Pflanzen, wie z. B. von Holzzellen oder Blättergeweben, betrachtet werden zu müssen. Es gehört zu solchen das sogenannte Kellertuch (Racodium cellare), welches als ein dichtes, oft zu Feuerschwamm benütztes Filzgewebe nicht selten die Fässer in Weinkellern überzieht, und der Brunnenzopf, eine ähnliche, aber oft mit holzartigen Wurzeln zusammengewachsene Masse, welche sich in hölzernen Brunnenröhren bisweilen so ansammelt, daß es diese verstopft. In dieser Masse hat man in einigen Fällen deutlich Weidenwurzeln erkannt. Ferner sind zu solchen Bildungen die Wurzelschwämme (Rhizomorpha) zu rechnen, welche bald als ein äußerst zartes Schimmelgewebe, bald als ein Gewirre derber holziger, aber äußerst langgestreckter, wurzelartiger Auswüchse aus den Holzmassen der Bergwerkszimmerungen hervorwachsen. Diese haben die im Pflanzenreiche übrigens in ähnlicher Weise nicht vorkommende, dagegen bei der Fäulniß von pflanzlichen und thierischen Stoffen häufig beobachtete Eigenschaft, im Finstern zu leuchten. Besonders zeigt sich diese Erscheinung an den jüngsten Sprossen der wurzelartigen Rhizomorphen. Es scheint, daß eine langsame Verbrennung, die Vereinigung der die Zellen umhüllenden schleimigen Materie mit dem Oxygenium der Luft, die Ursache des Leuchtens sei. Die leuchtende Masse läßt sich von den Fäden mit den Fingern abwischen. Bei faulenden Hautpilzen ist ein ähnliches Leuchten, ebenso wie bei faulendem Holze, häufig zu beobachten.

III. Klasse. Die Bauchpilze.

Bei Landwirthen und Gärtnern ist die Erscheinung gefürchtet, welche man mit dem Namen Mehlthau (Fig. 8) zu benennen pflegt, und früher allgemein, wie dieser Name andeutet, für einen atmosphärischen Niederschlag hielt. Die Blätter der Pflanzen zeigen plötzlich sehr häufige kleinere und größere weißliche Flecken, als ob Mehlwasser auf dieselben gespritzt und eintrocknend der feine weiße Staub desselben zurückgeblieben sei. Später werden diese Flecken zum Theil braun und selbst ganz schwarz, dann aber erkennt schon das bloße Auge äußerst kleine glatte warzenartige Höckerchen auf dem Blatte, welche wie eingetrocknete Firnißtröpfchen erscheinen.

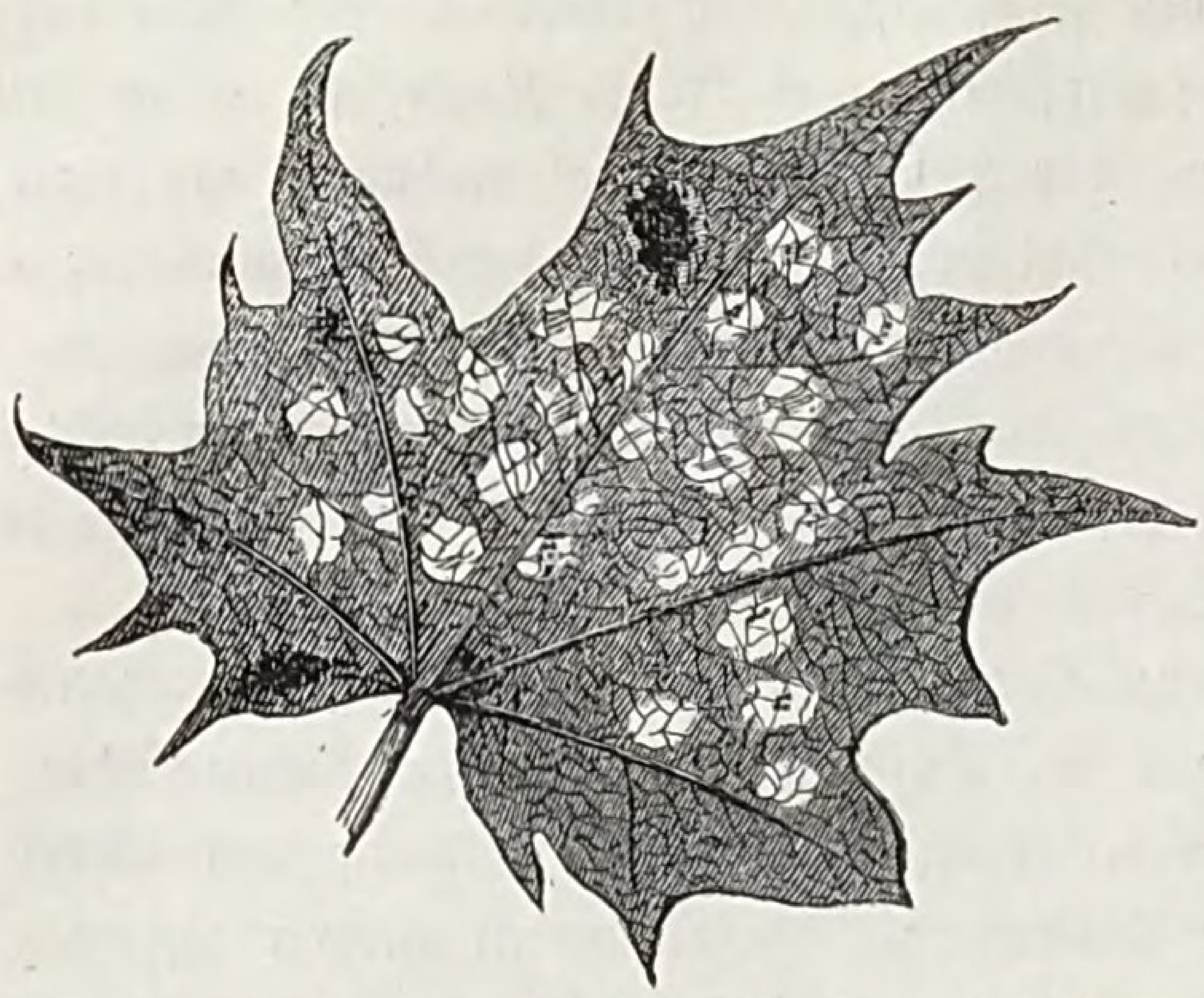


Fig. 8. Mehlthau (Erysibo bicornis) auf dem Blatte des Platanenahorns (Acer platanoides).

Schon mit Hülfe einer Lupe erkennt man die weißlichen Flecken als ein äußerst feines Gewebe seidenartiger Flöckchen, einem Schimmellager in hohem Grade ähnlich. Auf diesem bilden sich kugelige Zellen, welche schwarzbraun erscheinen und bei ihrer großen Häufigkeit mit der reichlichen gallertartigen Schleimmasse, welche sie aussondern, mehr und mehr zusammenfließen, so daß sie zuletzt das weiße Gewebe ganz verdecken. Diese Zellen sind mit einem gallertartigen Schleime auch innen gefüllt und bilden sich zu Behältern (peridia) aus. Es entwickeln sich nämlich in dem sie erfüllenden Schleime eine oder mehrere Tochterzellen, welche ihrerseits als Behälterchen (peridiola) für die noch kleineren Sporidien oder Keimzellen, die sich in ihnen bilden, zu betrachten sind. Uebrigens ist das Flockenlager der Mehlthaupilze auch in dem Gewebe der Blätter und Stengel verbreitet, was sich einerseits dadurch zeigt, daß um die mit braunen oder schwarzen Peridien bedeckten Ausbreitungen des Lagers herum das Blatt meistens mehr oder weniger ausgedehnte gelb oder grau gewordene Flecken besitzt, andererseits dadurch, daß nicht selten die Peridien sich auf der untern Seite des Blattes entwickeln und somit die Flocken das ganze Blatt durchwachsen und durchweben. Die Peridien öffnen sich schließlich auf ihrem Gipfel, so daß die Peridiola und aus diesen wieder die Sporidien hervortreten können.

Der Mehlthaupilz ist ein Beispiel für die Bauchpilze, deren Benennung daher rührt, daß bei manchen größeren Arten die Peridien zu dicken bauchigen Schwammmassen ausgebildet sind. Gerade die sehr zahlreichen mikroskopischen Gattungen sind aber die wichtigsten, denn sie drohen dem Menschen empfindlichen Schaden. Uebrigens ist die Art, wie dieselben sich verbreiten, keineswegs bekannt. In vielen Fällen scheinen sie wirklich durch angeflogene Sporidien zu entstehen. So sieht man mitunter Rebenspaliere von oben bis unten streifenweise mit Mehlthau gleichsam beschüttet und selbst die am Boden in dem gleichen Striche stehenden

Pflanzen von dem gleichen Uebel befallen. Zwar unterscheidet man mehrere Arten von Mehlthau, allein dieselben scheinen sich über eine große Menge von Pflanzengattungen ohne Unterschied zu verbreiten. Uebrigens bemerkt man vor dem Erscheinen der weißen Pilzflecken nicht selten deutlich klebrig schleimige Feuchtigkeit. Die ganze Entwicklung dieser Pilze ist noch sehr ungenügend bekannt. Krankheit der befallenen Pflanzentheile ist allemal mit ihrem Auftreten verbunden.

Sehr unbekannt ist überhaupt noch die Entwicklung der Bauchpilze im Allgemeinen. Bei denjenigen, deren Peridien eine bedeutendere, mitunter apfel- oder faustgroße, oder selbst noch massivere Ausdehnung erlangen, ist gleichwohl das Flockenlager nur sehr gering und oft kaum zu finden. Die Fadenzellen des Flockenlagers sind verästelt und stehen mannigfach mit einander in Verbindung. Bei den Mehlthaupilzen sieht man unter jedem Peridium vier Fäden sich vereinigen und gleichsam wie Stützen unter demselben stehen. Es scheint auch bei den größeren Bauchpilzen das Peridium ein gemeinsames Erzeugniß der Fäden des Flockenlagers zu sein. Hier aber besteht das Peridium dann nicht bloß aus einer gefüllten Zelle, sondern in einer gemeinsamen, mehr oder weniger kugeligen, gallertartigen Schleimmasse befinden sich sehr zahlreiche Zellen, welche fadenartig ausgedehnt, vielfach verästelt und unter einander verwoben sind, und in ihrer Gesammtheit, wie es scheint, eine Schleimmasse umschließen, welche sie selber aussondern und in welcher fortwährend neue Fadenzellen sich entwickeln. So entstehen mehr oder weniger große Knollen oder Kugeln, deren äußeres Gewebe allmählig dadurch fester wird, daß innerhalb der Fadenzellen neue Zellstoffschichten sich bilden und sich verdickend an die erste äußere Zellenwandung anlegen, der schleimige Firniß aber austrocknet und die Zellen zusammenleimt. So entsteht eine feste papier- oder lederartige Hülle, welche zugleich eine dunklere, aus dem Weißen ins Graue oder Gelbe, Braune, Schwarze übergehende, mitunter aber auch, wenigstens bei solchen Gattungen, deren Peridien dem Lichte ausgesetzt wachsen, lebhaft orangegelbe oder rothe Färbung annimmt. Die Fadenzellen im Innern des Knollens, entweder ganz im Mittelpunkte oder auch zwischen diesem und dem Umfange in einer bestimmten Schicht, erzeugen kleine kugelige S p o r i d i e n, wie es scheint in ähnlicher Weise wie die Schimmelpilze. Diese Sporidien liegen, wenn das Wachsthum des Pilzes aufhört und die ganze Masse trocken wird, als ein brauner pulveriger Staub, mit vertrockneten, filzig verwobenen lockeren Flockenmassen untermengt, im Innern des Peridiums und werden dadurch, daß dieses auf dem Gipfel oder im Umfange schließlich aufreißt, dem Winde und Regen zur Verbreitung preisgegeben. So entwickeln sich die bekannten S t ä u b l i n g e oder B o v i s t e (Fig. 9, a), deren sehr geringes Flockengewebe auf Angern und Feldrainen, wo das Vieh weidet und wo Mist oder andere thierische und pflanzliche Stoffe im Boden faulen, unter dem Rasen im Boden liegt und deren Peridien anfangs als feuchte weiße kugelige Knollen aus der Erde kommen, später aber zu kelch- oder becherförmigen, trockenen, graugelben Ballen aufschwellen, die, wenn man mit dem Fuße daran rührt, aufplatzen und eine Wolke von Sporidienstaub ausstoßen. Manche Arten sind auf der Peridienhaut mit Läppchen, Schülfern, Fetzen oder rauhen Wärzchen besetzt, theilweisen Lostrennungen oder Auswüchsen des Fadenzellengewebes. Bevor die Zellenwandungen der Boviste durch Verdickungsschichten zu hart geworden sind, in ihrem weißfarbigen Zustande,

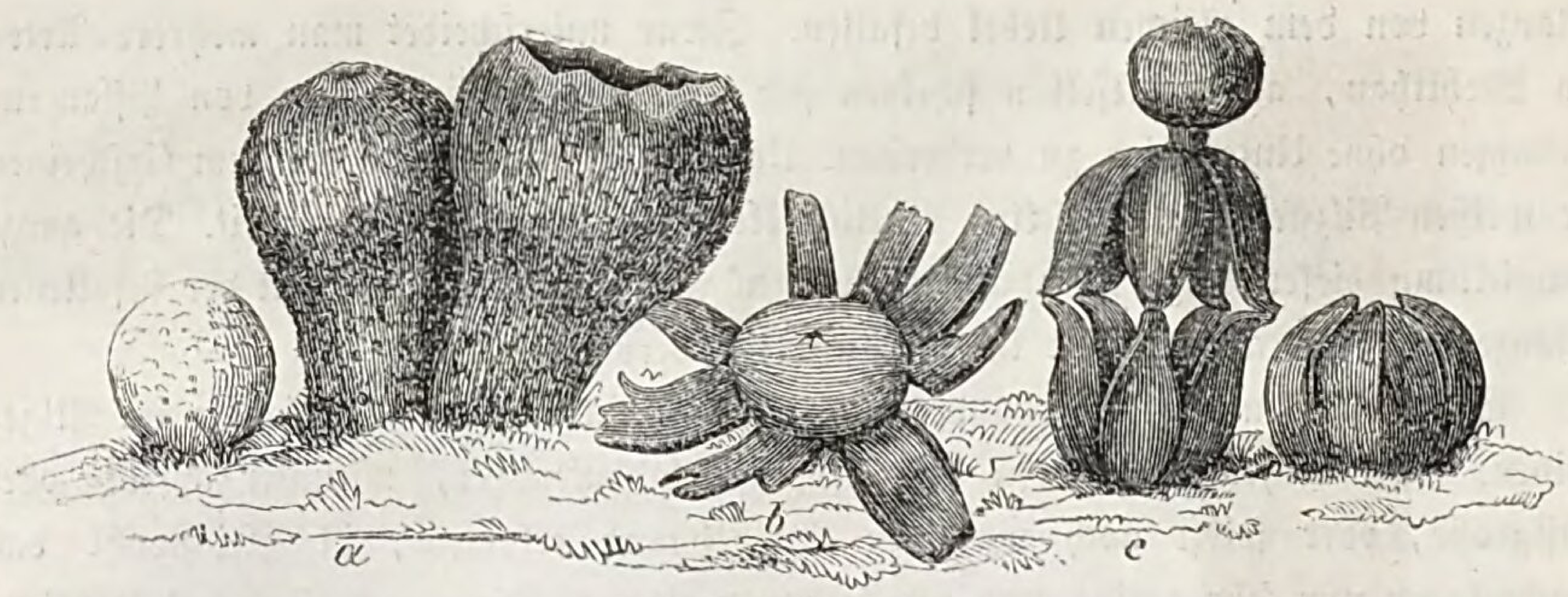


Fig. 9. Bauchpilze. *

* *a* Der warzige Bovist (Lycoperdon verrucosum) in verschiedenen Alterszuständen; *b* der Wetterstern (Geaster hygrometricus); *c* der Doppelstern (Geaster fornicatus).

kann man dieselben genießen, und da dieselben sowohl in den Zellen, als zwischen denselben viele Proteinsubstanz enthalten, so geben sie eine nahrhafte Speise. Manchmal erreichen die Peridien eine Größe von mehr als einem Fuße im Durchmesser; das Flockengewebe ist dabei oft kaum zu entdecken.

Bei den Erdsternen (b) oder Hüllenstäublingen sondert sich, ohne daß man die Entwicklung dieser Bildung genügend kennte, die äußere Gewebeschicht des Peridiums als eine lederartige dicke Hülle von einer darunter liegenden, papierartig dünnen inneren Schicht. Die letztere umschließt die Sporidien, welche zwischen einem dichten Flockengewebe eingestreut liegen. Die äußere Hülle reißt vier- oder mehrtheilig auf dem Gipfel auf und schlägt sich trocknend ganz zurück, so daß sie eine sternförmige Ausbreitung bildet, ja, indem sie an ihrem Grunde sich ganz vom Boden loslöst und die einzelnen Lappen sich niederwärts krümmen, wird endlich das innere Peridium frei in die Höhe gehoben, besonders wenn es auf einer Art Stiel steht. Dasselbe reißt auf dem Gipfel auf und gibt die Flocken und Sporidien der Verstäubung preis. Bei jeder Veränderung des Feuchtigkeitszustandes der Luft ändert das äußere Peridium seine Lage. Bei einer Art theilt es sich schließlich sogar wieder in zwei verschiedene Schichten, welche nur an den Spitzen der Lappen zusammenhalten. Dann hebt sich die innere Schicht, indem die Lappen sich unterwärts krümmen, während zugleich die Lappen der äußeren Schicht sich wieder kelchförmig nach oben zusammenneigen (c).

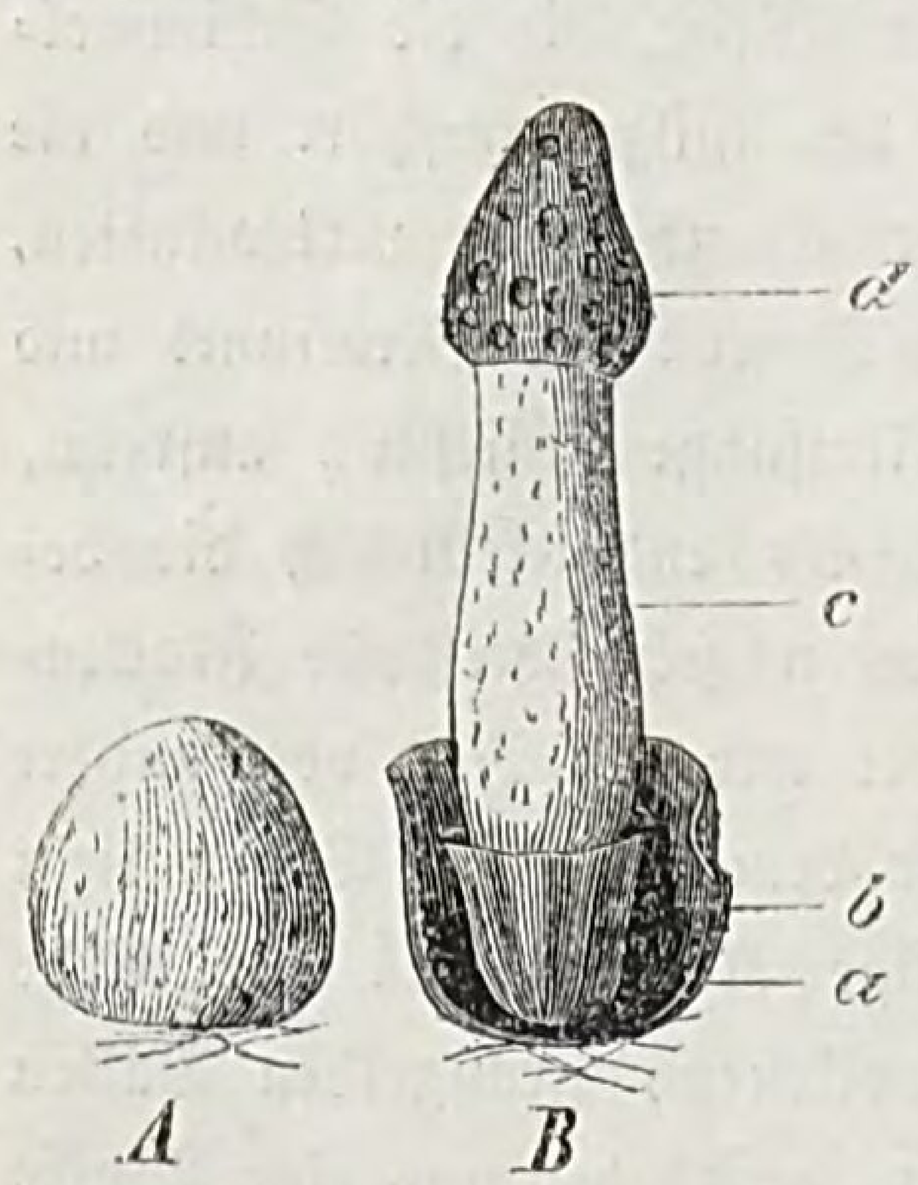


Fig. 10. Die stinkende Gichtmorchel (Phallus impudicus). *

* A Jugendzustand mit unversehrtem Peridium; B vollendeter Entwicklungszustand. — *a* äußeres Peridium, geöffnet; *b* inneres Peridium; *c* Strunk; *d* Hymenium.

Die Stinkmorcheln (Fig. 10) sind Bauchpilze, deren äußeres Peridium anfänglich eine eiförmige Hülle darstellt. Die innere Masse wächst aber daraus hervor, wobei sie die Hülle an ihrem Gipfel manchmal mit einem puffenden Knalle sprengt, und streckt sich als ein ekelhaft schleimiger, weißer und auf dem Gipfel auffallend grün oder roth gefärbter Zapfen daraus hervor, welcher durch seinen aashaften Duft die Fleischfliegen anlockt. Der gefärbte Schleim auf dem Gipfel dieses Zapfens enthält die Sporidien dieser seltsamen Pilze, welche sich, mehrere an der Zahl, auf der Spitze fadenartiger Zellen bilden (Fig. 11).

a

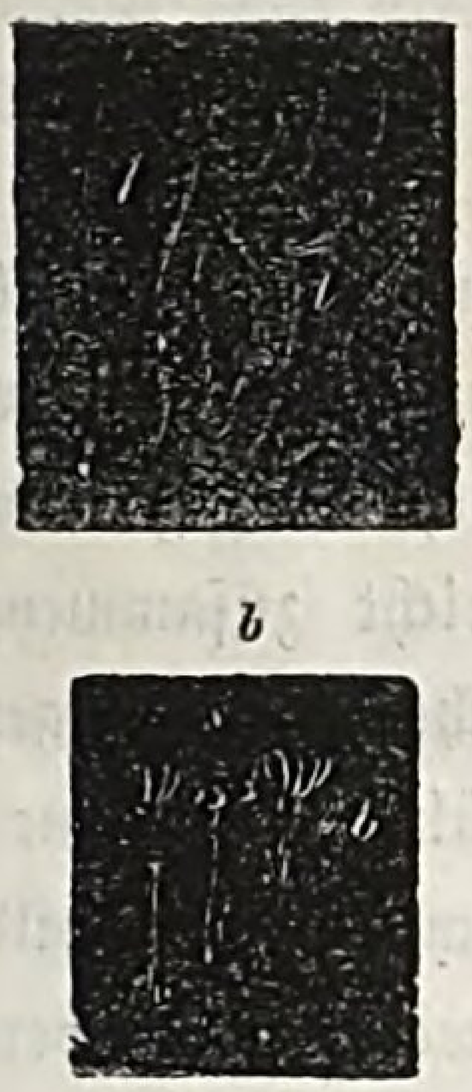


Fig. 11. *

* *a* Ein Stückchen der gerunzelten schleimigen Sporidienschicht von der stinkenden Gittermorchel (**Clathrus cancellatus**); *l* Gruben, in deren Umrisse die Sporidien wahrzunehmen sind.

b Einige Sporidiengruppen (*s*) auf den Fadenzellen (*b*). — Vergrößert.

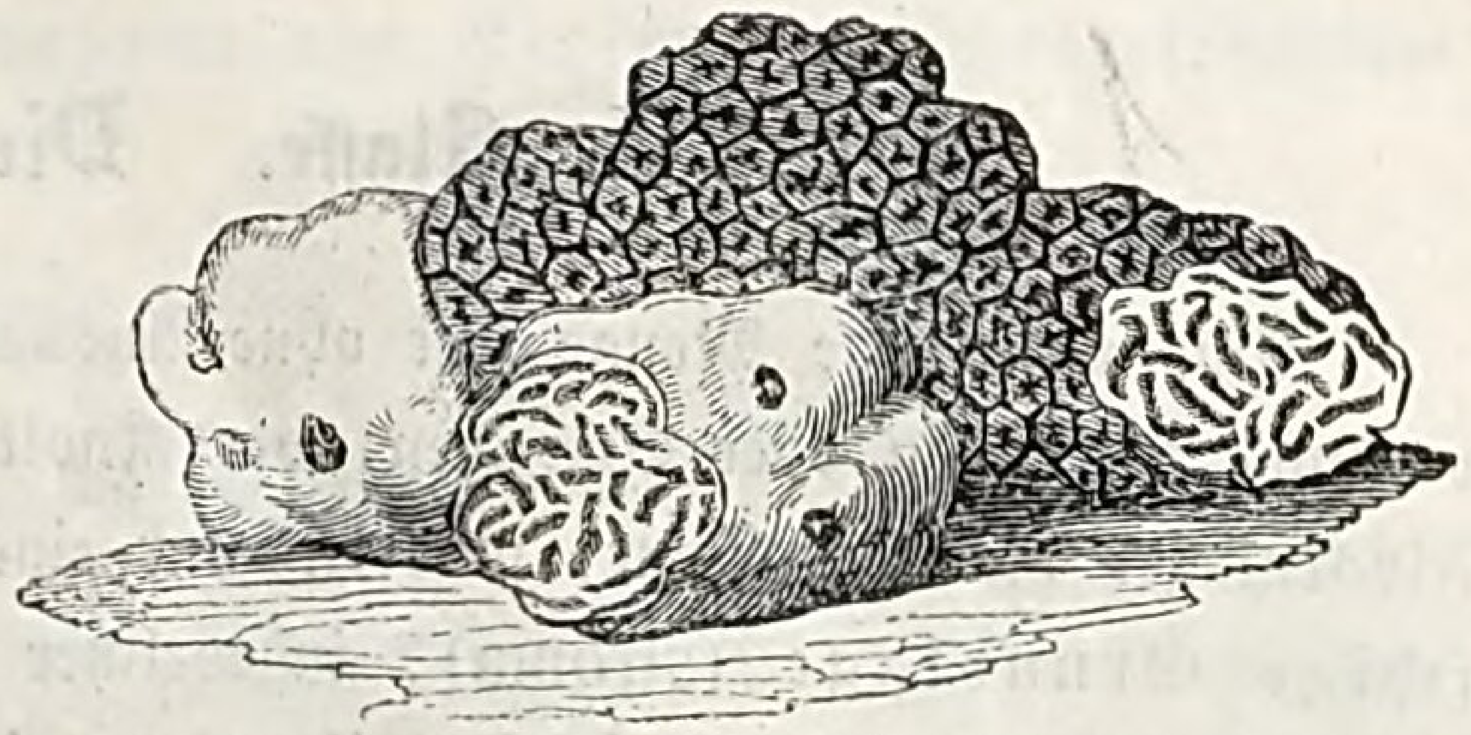


Fig. 12. Weiße (junge) und schwarze (alte) Trüffeln (**Tuber cibarium**). — Zwei Knollen sind angeschnitten, um die Adern zu zeigen, in denen die Sporidienbehälter liegen.

Die als Delikatesse so sehr gesuchten Trüffeln (Fig. 12) sind knollenförmige Peridien von Bauchpilzen, deren Flockengewebe gar nicht aufzufinden ist. Sie wachsen ganz unter dem Boden, sind knollenförmig wie Erdäpfel, äußerlich anfangs weiß, später schwarz und mit scharfen Runzelfurchen versehen; innen ist das Gewebe sehr dicht und fest, weißlich, mit dunkleren Adern gleichsam marmorirt. In diesen dunkleren Adern liegen weißliche Peridiola, in denen sich die Sporidien befinden. Die Trüffeln sind äußerst nahrhaft, angenehm duftend und wohlschmeckend.

Bei manchen Bauchpilzen sind mehrere innere Peridien vorhanden, welche sich innerhalb des äußeren Peridiums ganz abgeschlossen ausbilden, so daß sie, wenn letzteres aufreißt, wie Nüßchen darinnen liegen. So ist es bei den Becherpilzen (Cyathus). Anfänglich ist das lederartige, becherförmige, auf dem Gipfel flache, außen flockig lockere Peridium mit einer wasserhellen Gallerte angefüllt, in welcher sich mehrere Sporidienbehälterchen bilden, deren Form linsenartig, deren Substanz fleischig ist und welche weder unter einander noch mit dem äußeren Peridium verwachsen erscheinen. Die Gallertmasse trocknet später zu einem Firniß ein, durch welchen die Sporidienbehälterchen glänzend und fest werden; der flache Gipfel des Peridiums löst sich durch die Trockniß rings herum als ein Deckel los. Die Becherpilze wachsen zwischen faulen Blättern am Boden.

Die Zahl und Mannigfaltigkeit der Bauchpilze ist außerordentlich, obgleich man sie erst in wenigen Gegenden der Erde untersucht hat. Ihre Entwicklung bietet noch vielen Stoff zu Nachforschungen dar. Sie wachsen auf allen faulenden und abgestorbenen, sehr häufig aber auch auf noch lebenden Pflanzentheilen, sowie auf jedem durch solche oder durch thierische Massen gedüngten Boden. Bei weitem die meisten sind dem bloßen Auge kaum wahrnehmbar oder zeigen sich bloß als Fleckchen, Pünktchen oder Wärzchen.

IV. Klasse. Die Kernpilze.

Eine unendliche Menge fast ohne Ausnahme dem bloßen Auge nur als unbedeutende Pünktchen oder Wärzchen oder Knollen erscheinender Pilze zeigt von einem Flockenlager nie eine Spur, sondern nur eine unbestimmte schleimige oder fleischige Grundlage (stroma), in welcher einzeln oder dicht zusammengedrängt Sporidienbehälter liegen. Diese Pilze sind mit den schleimreicheren einzelligen Pilzen durch viele Beziehungen verwandt. Die Schleimmasse enthält sehr kleine Zellen, welche unfruchtbar zu sein scheinen, während einzelne, vollkommen ausgebildete, die Sporidienbehälter darstellen. In diesen größern und meistens sehr verhärteten, daher wie Kerne in dem fleischigen Lager liegenden Zellen, bilden sich in mehr oder minderer Zahl die Sporidien, welche schließlich durch eine punktförmige Oeffnung aus dem freien Gipfel des Behälters ihren Ausweg finden. Bald liegen die Kernpilze (Fig. 13) vereinzelt, bald in einer gemeinsamen, mehr oder weniger ausgebreiteten Schleimmasse, die gewöhnlich, besonders an der Oberfläche, körnig krustenartig erhärtet, vereinigt. Fast jeder der Witterung ausgesetzte Pflanzentheil, die Zweige der Bäume, Stengel und Blätter geringerer Pflanzen, Bauholz und selbst thierische Stoffe sind mit derartigen Pilzen bedeckt, welche oft unter der Oberhaut der Pflanzen ganz verborgen bleiben, dieselbe nur warzenförmig oder reifenförmig auftreiben und wie kleine Geschwürchen oder Wülstchen aus denselben hervorbrechen. In den Sporidienbehältern, welche man bei dieser Klasse Schläuche (asci) zu nennen pflegt, während die umgebende Kruste Perithecium genannt wird, liegen die Sporidien mit einer Schleimmasse, welche bei einigen Arten so vorherrschend ist, daß sie wurmförmig aus den Schläuchen herausdringt, wobei die noch keineswegs genügend erklärte Erscheinung vorkommt, daß diese wirklich auf den ersten Blick wurmartigen Maden sehr ähnlichen Massen stoßweise hervorbringen und sich wieder zurückziehen. Diese Bewegung sieht man in höchst auffallender Weise mitunter bei den auf faulenden Blätterschwämmen (Agaricus) wachsenden Tropfenschnellern (Sphæronema). — Die Mehrzahl der Kernpilze zeigt große Uebereinstimmungen im Bau, so daß man schon mehr als 500 Arten in der einen Gattung Kugelpilze (Sphæria) vereinigt hat. Kaum mögen die einzelligen Pilze und die Schimmelpilze mit der unermeßlichen Zahl und Mannigfaltigkeit wetteifern, in welcher diese Kugelpilze besonders in den feuchten Jahreszeiten überall erscheinen. Nicht selten sehen abgefallene Zweige, Baumstöcke und Bauhölzer stellenweise kohlenschwarz, wie verbrannt aus durch die dichten Schaaren schwarzer Sphärien, mit welchen sie bewachsen sind. Wo diese Pilze sich auf lebenden Pflanzentheilen ansiedeln, da werden diese verkrüppelt. Nicht selten findet man Blätterpilze so sehr mit gewissen Sphärien bedeckt und dabei zu einfachen oder ästigen Krüppeln umgestaltet, daß man diese Erscheinung gänzlich mißdeutet und in den Werken der Botaniker als besondere

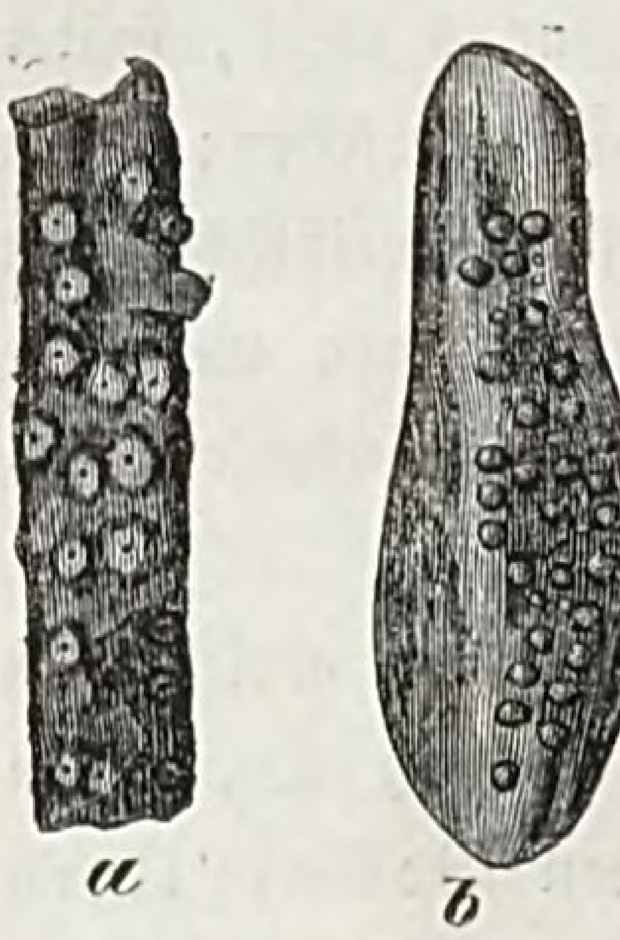


Fig. 13. Kernpilze. *

* *a* Der zitzenförmige Kugelschwamm (Sphæria mammillana) auf einem trockenen Erlenzweige; man bemerkt die punktförmigen Oeffnungen in der Oberhaut und an den Stellen, wo letztere abgesprungen ist, die warzenförmigen Pilzfrüchtchen.

b Der Faschinenkugelschwamm (Sphæria aquila) an einem Span von altem Faschinenholze.

Kugelpilzform unter dem Namen Hypoxylon oder Hirschgeweihpilz (Sphæria hypoxylon) beschrieben findet.

V. Klasse. Die Hautpilze.

Die Hautpilze, zu denen fast alle großen Pilze gehören, die man auf dem Waldesgrunde, auf Viehweiden und Düngerstätten antrifft, haben ihre Benennung von einer hautartig zusammengedrängten Zellenschicht, dem sogenannten Hymenium, in oder auf welcher sich die Sporidien derselben erzeugen. Uebrigens zeigen sie große Verschiedenheiten.

Das Lager ist bei allen Hautpilzen flockig, aus klaren, schimmelähnlichen Fadenzellen filzartig, aber ganz locker, zusammengewoben. Man übersieht dasselbe leicht, da es stets im Boden oder unter der Rinde der Bäume verborgen bleibt, während die Pilzfrucht, der Theil, welchen man gewöhnlich allein in's Auge faßt, frei auf demselben hervorwächst, oder die Schicht des Lagers, von welcher sie anfänglich bedeckt ist, wenigstens später durchbricht.

Bei der Ordnung der Zitterpilze (Tremellini) ist das Flockenlager wenig oder gar nicht entwickelt. Eine flockig fleischige oder zellig gallertartige, lappige Masse von unregelmäßiger, mitunter fast blattartiger Form, wächst rasch hervor und wird durch Trockniß später dünn, leder- oder knorpelartig. Beim Hollunderschwamme oder Judasohre (Fig. 14) hat dieselbe eine gewisse Aehnlichkeit mit den nackten Ohren der Mäuse. Die äußere, übrigens nicht eben deutlich unterschiedene Zellenschicht besteht großentheils aus kleinen kugeligen Keimzellen, deren Entstehung nicht genügend bekannt ist, wahrscheinlich aber durch Zellenbildung in den Spitzen der Fleischzellen und spätere Abtrennung vor sich geht, indem man dieselben nicht selten noch mit Spuren einer schlauchförmig sie umhüllenden äußeren Zellhaut versehen findet.

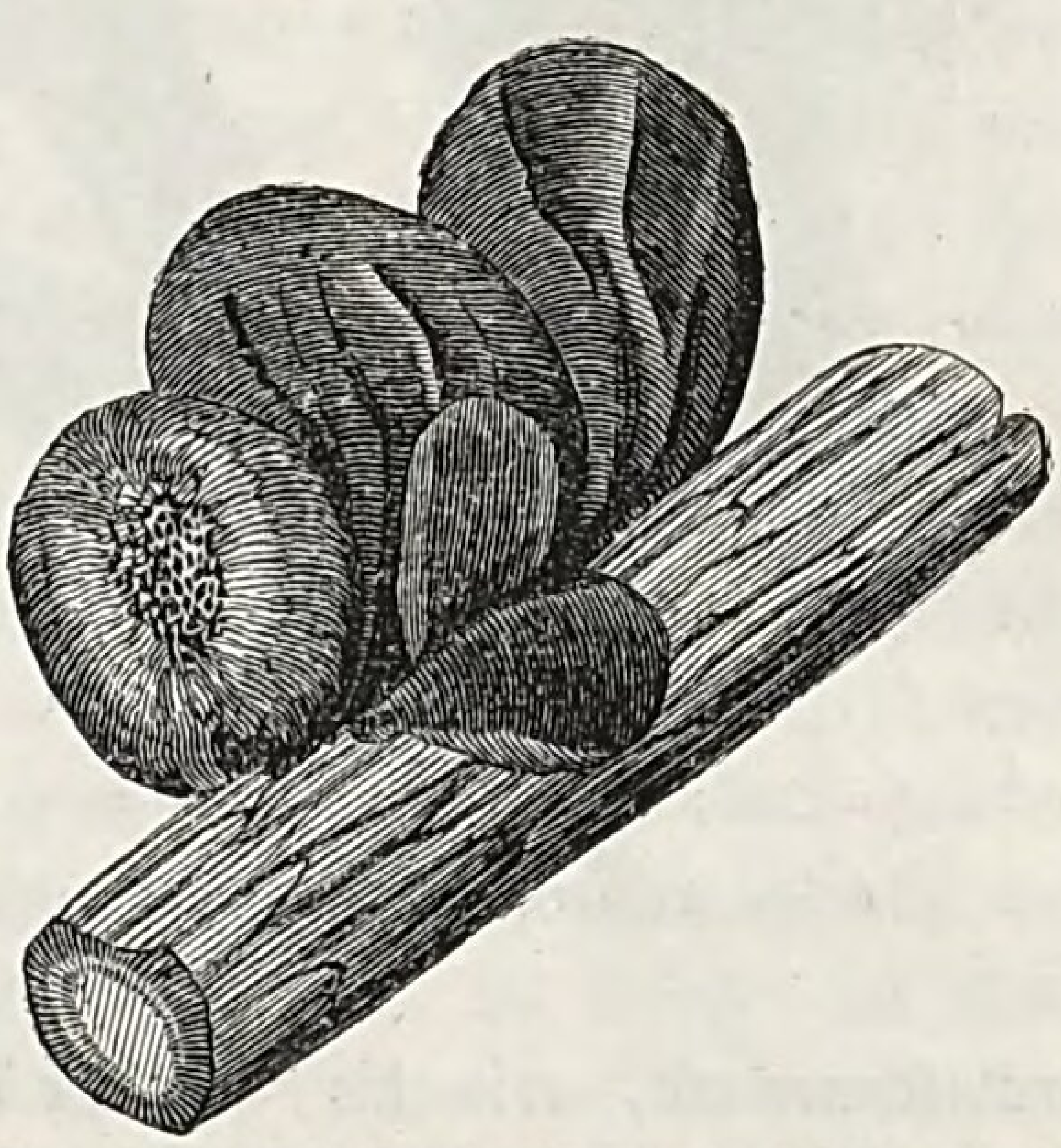


Fig. 14. Der Hollunderschwamm (Exidia auricula Judæ) auf Hollunder.

Auch bei den Becherpilzen und Morcheln, welche man in der Ordnung der Morchelpilze (Helvellini) zusammenfaßt, ist das Flockenlager sehr unbedeutend und oft kaum zu spüren. Die ersteren wachsen ohren-, muschel- oder becherförmig empor, die letzteren kolbenförmig, wobei sie aber am obern Ende eine mehr oder weniger flache schildförmige oder gar hutförmig nach unten über den Stiel zurückgefaltete Ausbreitung besitzen. Bei allen ist die obere Fläche allein mit der Sporidienhaut versehen, bei den Becherpilzen das Innere des Bechers, bei den Morcheln (Fig. 15) die Scheibe oder der Hut. Dieses Hymenium ist meistens schleimig und nicht selten tief runzlich blatternarbig. Während die Fleischmasse aus Fadenzellen locker und schleimig zusammengewoben erscheint, besteht das Hymenium aus mehr eiförmigen Zellen, von denen die meisten jedoch fadenförmig zusammenschrumpfen und unfruchtbar

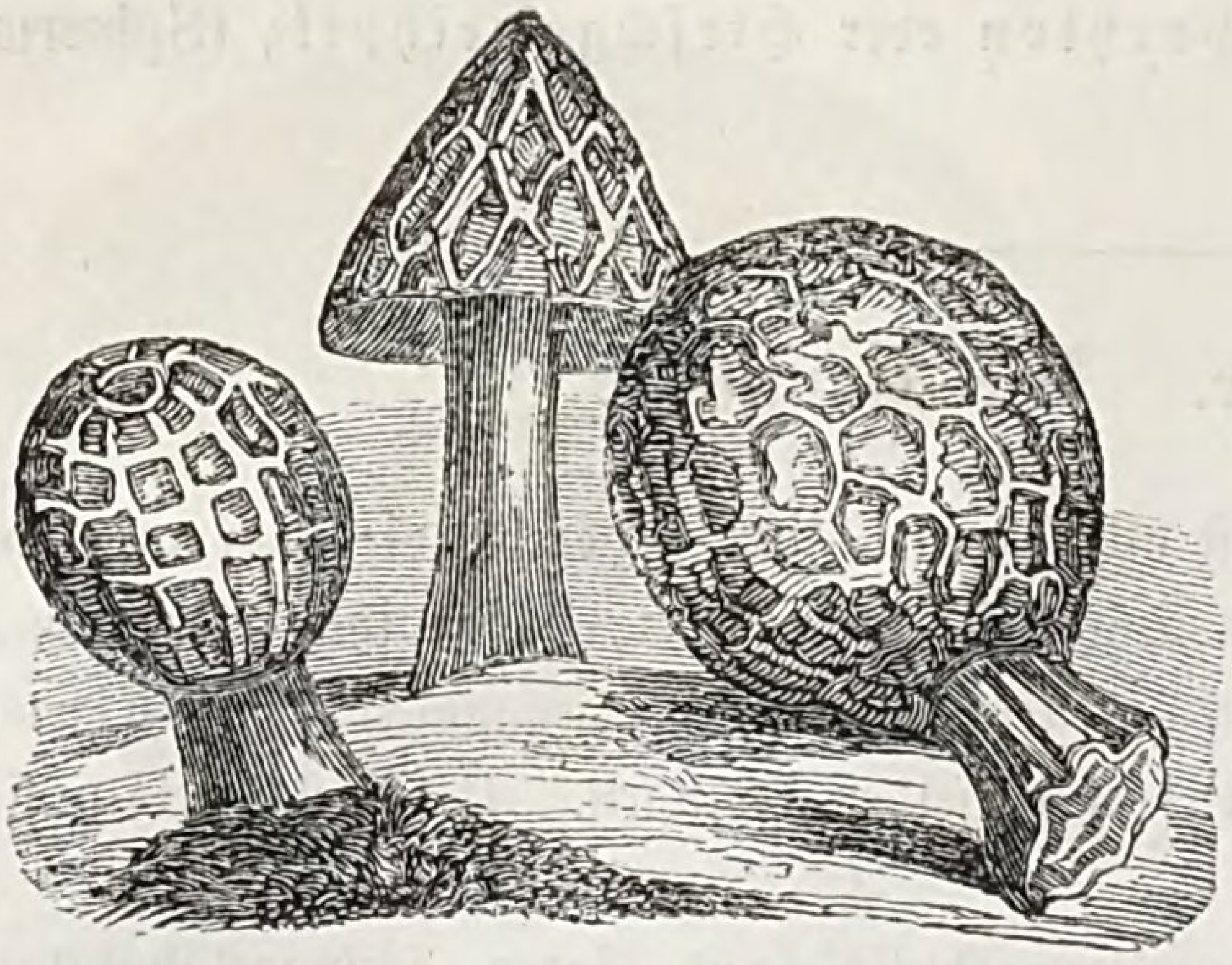


Fig. 15. Die eßbare Morchel (Morchella esculenta).

bleiben, in welchem Zustande sie dann Paraphysen genannt werden, während einzelne andere sich stärker ernähren, so daß sie kleine Schläuche darstellen, und in diesen sich zwei, vier, sechs oder acht Sporidienzellen durch Theilung des Inhaltes ausbilden.

Die Keulenpilze (Clavariacei) wachsen als zapfen- oder kolbenförmige, oft vielfach verästelte, mitunter korallenähnliche, Massen auf ihrem Lager empor und sind auf der Außenfläche überall mit Hymenium bekleidet. Die Sporidien bilden sich hier in einer eigenthümlichen, nur bei den Hutpilzen ganz ebenso, und bei den Stinkmorcheln ähnlich, vorkommenden Weise. Zwischen den mehr rundlichen Zellen des Hymenium erheben einige zerstreute sich kolbenartig und bekommen auf dem Gipfel zwei, vier oder mehr sehr kleine Aeste, in deren Ende sich je eine Sporidienzelle bildet und durch Abschließung in der Art sondert, daß der Ast unterhalb derselben zu einem dünnen fadenförmigen Stielchen einschrumpft. Die meisten Keulenpilze (Fig. 16) sind von zart-fleischiger Substanz und viele sehr wohlschmeckend, wie die Bocksbärte (Clavaria) oder Korallenschwämme. Indessen gibt es auch manche, bei welchen die Zellen des keulenförmigen Pilzstockes durch Verdickung ihrer Wandungen fest und holzartig werden.

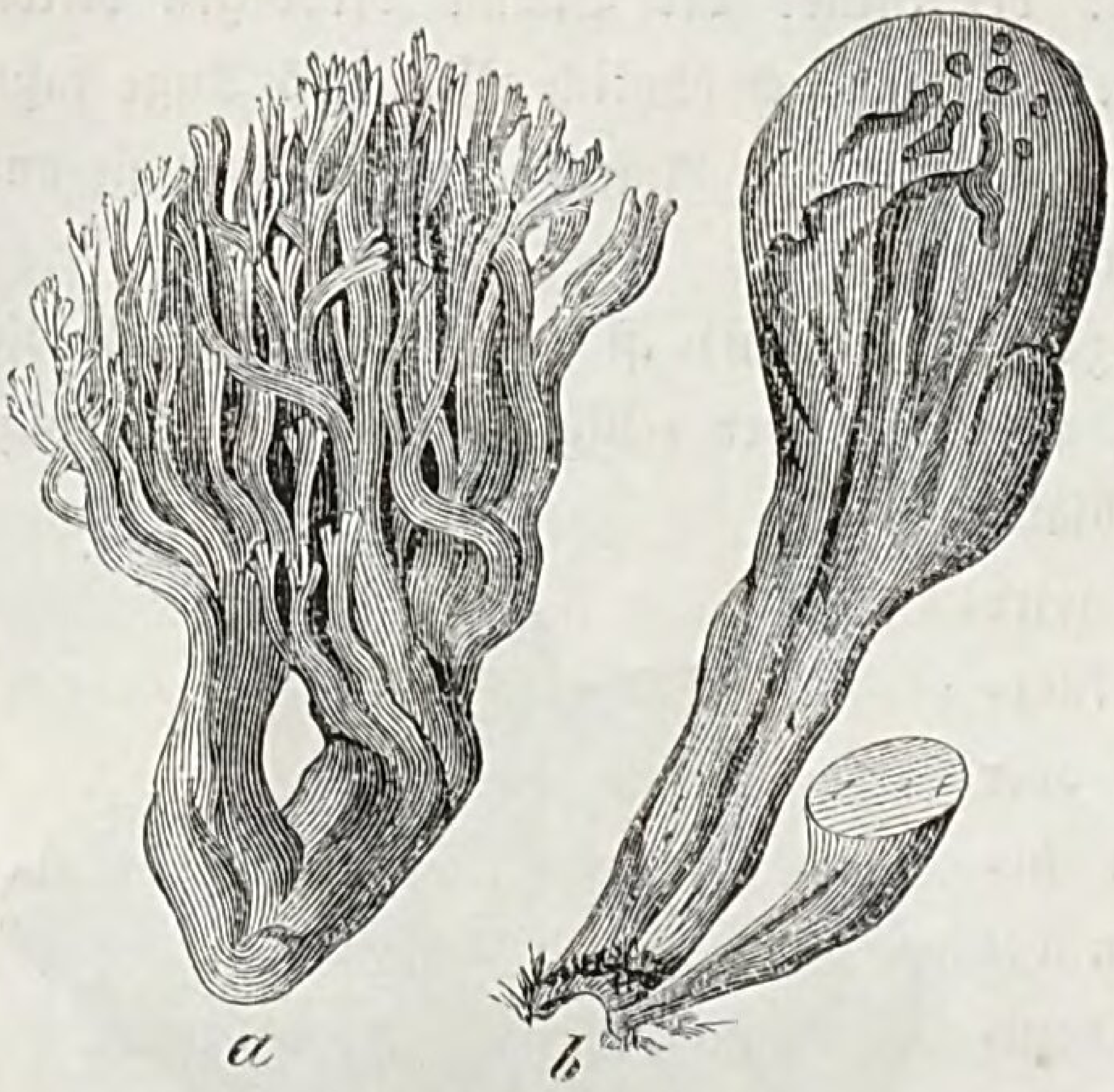


Fig. 16. Keulenpilze. *

* a Der gelbe Bocksbart (Clavaria flava) (ein Bruchstück).
b Der Stempelpilz (Clavaria pistillaris).

Die Hutpilze (Pileati) sind bei Weitem die vollkommensten Pilze. Auch bei diesen ist das Flockenlager stets nur unbedeutend. Die Frucht wächst anfänglich kugelförmig hervor, wie ein Bovist, von einer dünnen weichen, schleimigen, weißflockigen Schicht des Lagers hautartig ganz umhüllt. Innerhalb dieser Haut, eines wahren Peridiums, welches aber hier Schleier (velum) genannt wird, befindet sich das kurzgestielte, kugelförmige Pilzgewebe, welches im Umfange eine dichte, besonders nach oben zunehmende Schicht ziemlich dichten und festen Gewebes, aus flockenartig langgezogenen, selten kuglig runden Zellen (Fig. 17), und, als Fortsetzung des Stieles, eine festere Mittelsäule von gleicher Beschaffenheit besitzt. Von der Schicht des Umfanges ragen strahlenförmig zur Mittelsäule sehr zahlreiche schmale Blätter oder statt deren eine feinröhrige Schicht herein. Indem der Pilz wächst trennt sich die äußere kugelige Schicht mit den Blättern oder Röhren um den Grund der



Fig. 17. Filzartiges Fadenzellgewebe des gemeinen Champignon (Agaricus campestris); 50fach vergrößert.

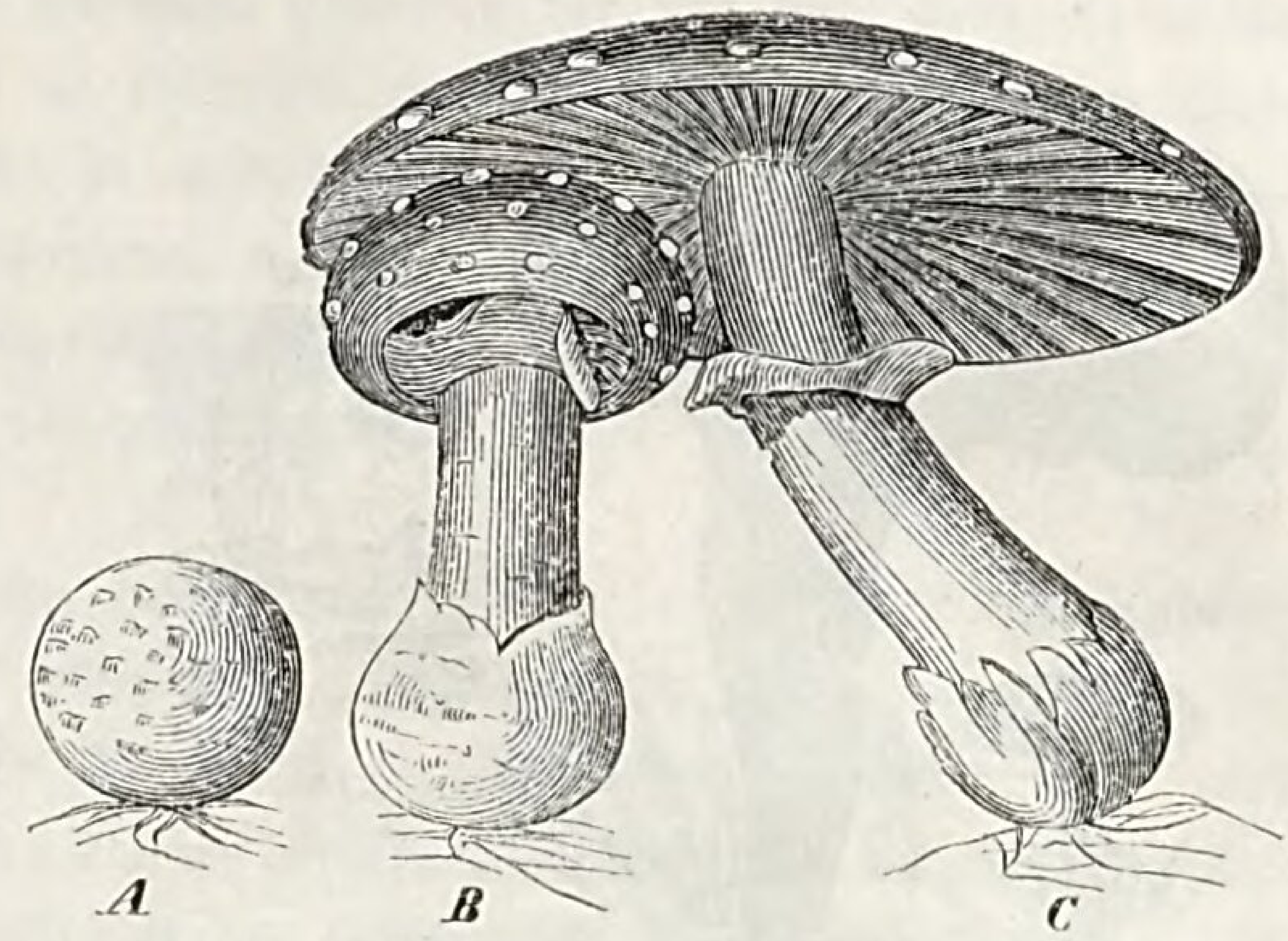


Fig. 18. Der Fliegenschwamm (Amanita muscaria) in verschiedenen Entwicklungszuständen.

Mittelsäule los und hebt sich, indem sie zugleich sich ausbreitet, wie ein Hut empor. Dabei zerreißt der hautige Theil, welcher den Boden dieser Kugel bildete rings um den Stiel, und meistens löst derselbe sich auch rings am Rande des Hutes ab, so daß er als ein Ring (annulus) um den Stiel hangen bleibt. Ebenfalls zerreißt die äußere Hüllhaut; ein Lappen bleibt um den Grund der Mittelsäule, welche man den Stiel oder Strunk nennt, zurück; dies ist der sogenannte Stiefel oder Wulst (volva). Das Uebrige zieht sich mit dem Hute in die Höhe. Da der Hut sehr stark wächst, so muß die durch einen schleimigen Firniß auf ihm klebende Decke viele Kreuz- und Querrisse bekommen, durch welche sie in eine Zahl von Fetzen zerrissen wird, die dann als warzenartige Flecke zurückbleiben, wie man solches sehr schön an dem weißwarzenfleckigen, übrigens scharlachrothen Hute des Fliegenschwammes (Fig. 18) sieht. Bei manchen Hutpilzen geht übrigens die Hauthülle, auf dem Gipfel reißend, anderweitig verloren, so daß man kaum Ueberreste derselben an dem Strunke bemerkt. Der Strunk wird manchmal im Innern hohl, indem das Zellgewebe bei der Ausdehnung des ganzen Gewächses hier zerreißt oder wenigstens stark gelockert wird. Der Hut breitet sich bei allen mehr oder weniger flach glockenförmig oder scheibenförmig aus, ja es gibt auch nicht wenige Gattungen, bei welchen der Rand sich sogar nach oben krümmt, so daß eine, oft schiefe, Teller- oder Becherform entsteht. So ist es bei dem trefflichen Froschstuhle (Poggenstohl) oder Pfifferling (Fig. 19). Die blättrige oder röhrige Schicht, welche bei dem ausgebreiteten Hute auf dessen Unterseite erscheint, ist mitunter nur gering; bei manchen Gattungen sind die Blätter oder Röhren sehr unregelmäßig, oder statt derselben kammartige Lappen oder viele Spitzchen, oder auch warzenartige Höckerchen vorhanden. Immer ist diese Schicht von Hymenium gebildet, und dieses (Fig. 20) besteht theils aus kleinen rundlichen, theils aus einzelnen stark entwickelten blasenförmigen Zellen, sogenannten Cystiden, welche mit wässerigem Schleime gefüllt sind; dazwischen aber stehen, einzeln verstreut, kolbenförmige fruchtbare Zellen, welche auf ihrem Gipfel in fadenförmigen Aesten eine Anzahl von Sporidien tragen. Diese fruchtbaren Zellen heißen Sporidienträger oder Basidien, auch wohl wegen der Häufigkeit der Vierzahl der Sporidien Tetraden (von τετρα = vier). Je nach der Form des Hymenium unterscheidet man Warzenpilze, Stachelpilze, Röhrenpilze und Blätterpilze.

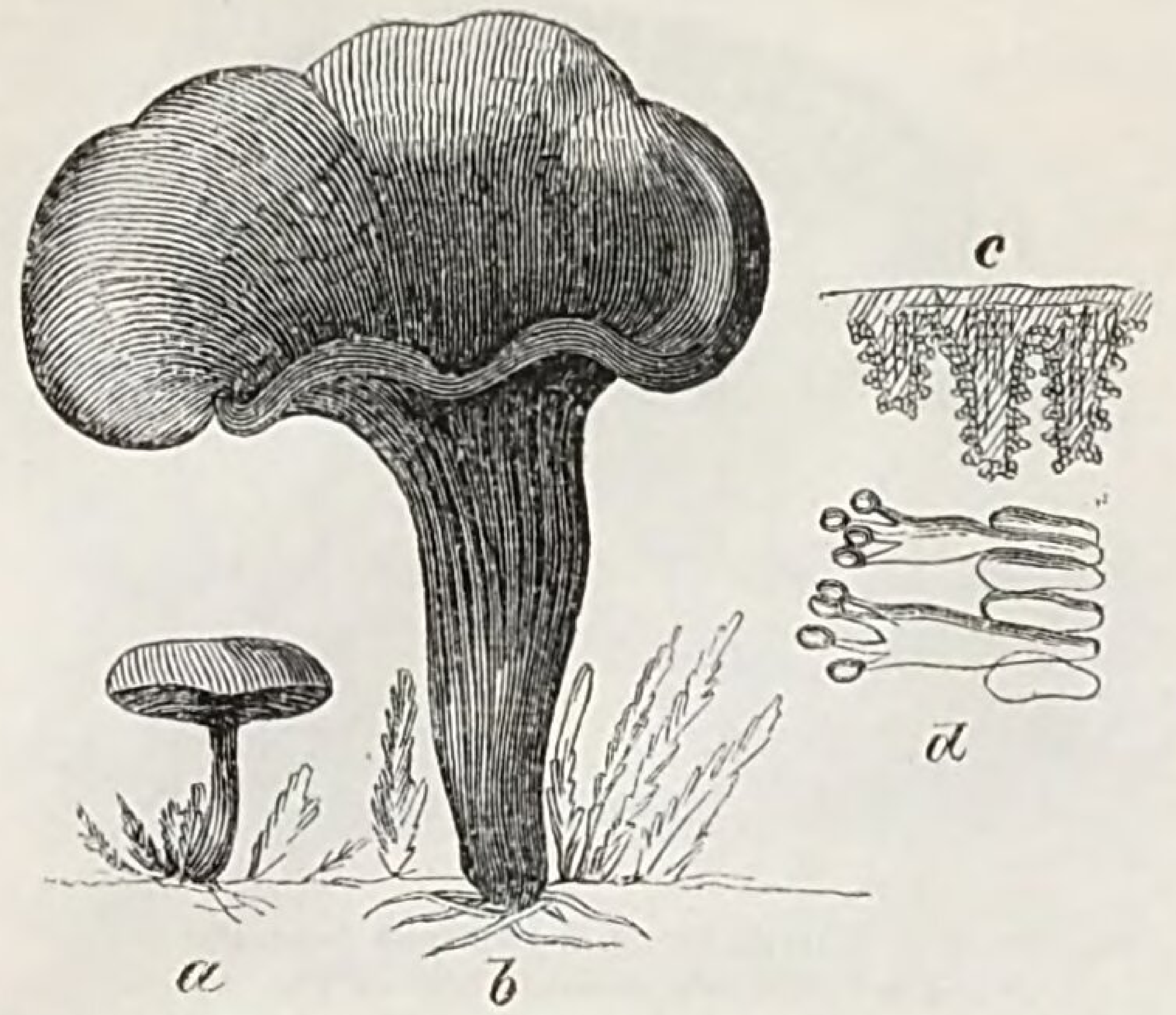


Fig. 19. Der gelbe Eierschwamm oder Pfifferling (Cantharellus cibarius). *

* *a* Jugendzustand; *b* Alterszustand; *c* Querschnitt durch einige Blätter des Hymenium, um die Lage der Sporidien zu zeigen, vergrößert; *d* einige Tetraden, mit den Sporidien, stärker vergrößert.

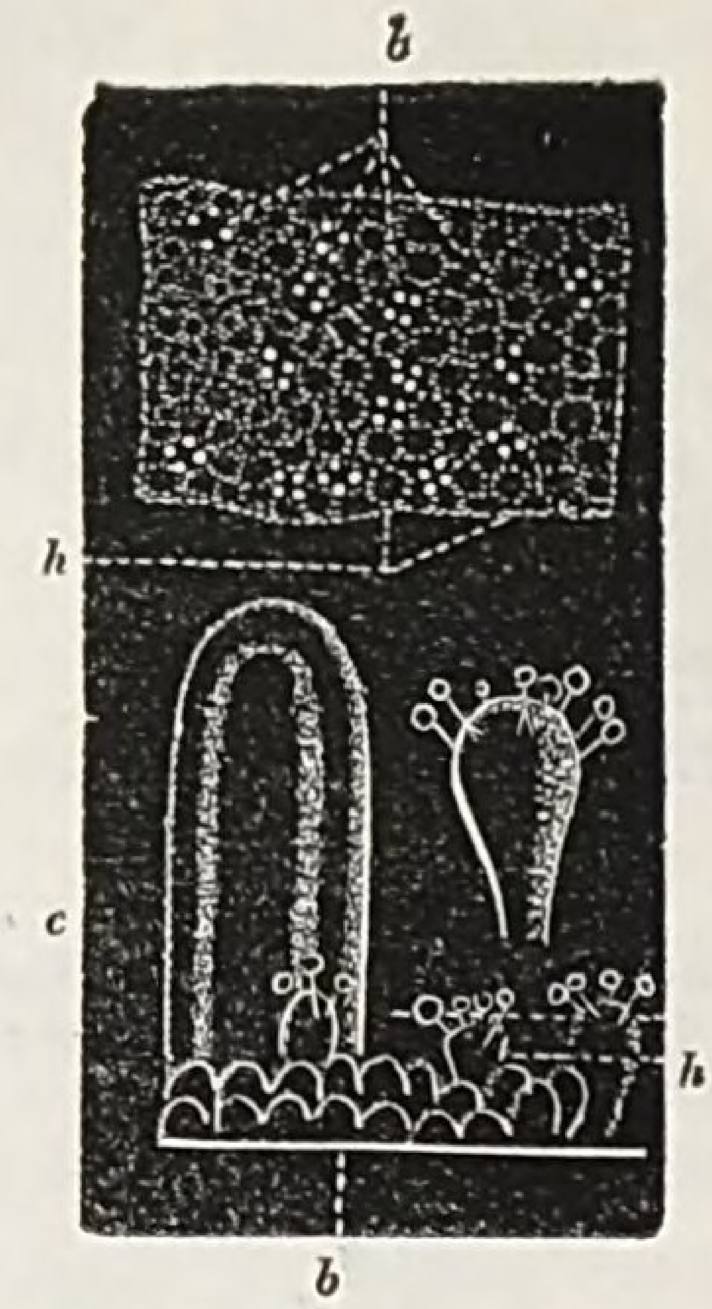


Fig. 20. Ein Stück von dem Hymenium des gemeinen Champignons (Agaricus campestris) von der Fläche (oben) und auf dem Querschnitte (unten) gesehen, um das Zellgewebe *h*, die Tetraden oder Basidien *b* und die Cystiden *c* zu zeigen.

In Gestalt, Beschaffenheit der Substanz und Farbe bieten die Hutpilze eine unendliche Mannigfaltigkeit dar. In Betreff der Gestalt weichen diejenigen Gattungen am meisten von den übrigen ab, denen der Strunk so gut wie ganz fehlt, während der Hut seitlich an Pflanzentheile, z. B. Baumstämme, angewachsen erscheint, so daß er nur eine halbe Scheibe darstellt. Die Substanz ist mitunter holzig oder korkig und dann oft ziemlich unvergänglich, bei lockerem Gewebe zunderig, meistens aber sehr zart fleischig. Man nennt die ganze Substanz der Pilze Schwammsubstanz oder Fungin, doch ist dieses ein Gemenge aus dem Zellenstoffe der Zellenmembranen und der Porteinsubstanz (Eiweiß) des Zelleninhaltes. Letztere ist sehr reichlich vorhanden, so daß der Stickstoff 3 bis 8 Procente der ganzen Pilzmasse beträgt, und die Pilze sind daher außerordentlich nahrhaft, wenn sie in jungem Zustande genossen werden; denn später werden sie unverdaulich. Auch Zucker, sogenannter Pilzzucker, harzartige Stoffe und die sogenannte Pilzsäure, welche letztere diese Pflanzenklasse charakterisirt, erzeugen sich in den Pilzen. Die aus der Verbrennung von Pilzen zurückbleibende Asche besteht immer aus mehr oder weniger phosphorsaurem Kalke, und Kieselerde, nebst Spuren von kohlensaurem Kalke und phosphorsaurer Thonerde. Die kohlensaure Kalkerde ist in den Pilzen selbst wahrscheinlich als oxalsaure Kalkerde enthalten, deren Oxalsäure sich bei der Verbrennung erst in Kohlensäure verwandelt. Einige Röhrenpilze enthalten ziemlich viele Oxalsäure. Verfaulend verhält sich die Masse der Pilze wie verfaulende Thierstoffe. Sehr viele Pilze enthalten Gifte, von denen das eine nach der Gattung, in welcher man es entdeckte, dem Fliegenschwamme (Amanita muscaria) Amanitin benannt worden, deren Beschaffenheit aber noch so gut wie ganz unbekannt ist. Es scheint auch, als ob die Entwicklung derselben sehr vom Klima der Gegend und sogar vom speciellen Standorte abhängig sei, denn dieselbe Pilzart, welche in manchen Gegenden genossen werden kann, ohne daß sie Schaden bringe, ist in andern Gegenden sehr scharf oder gar narkotisch giftig; auch bemerkt man selbst unter einem Pilzgerichte in dieser Beziehung mitunter Ausnahmen, in deren Folge schon oft die traurigsten Unglücksfälle sich ereignet haben.

Es ist daher kein Pilz ohne die genaueste Kenntniß der Art und ohne die größte Vorsicht zu genießen, so sehr es im Uebrigen zu wünschen wäre, daß die große Menge trefflicher Nahrung, welche in manchen Gegenden mit den eßbaren Pilzen unbenutzt verfault, möglichste Anwendung fände. Einige Blätterschwämme sind mit einem weißen oder gelben milchigen Safte erfüllt, welcher in kleinen Gruppen zusammengedrängter und dadurch regelmäßig gegeneinander abgeplatteter Zellen enthalten ist.

Die Farben der Pilze, unter denen weiß, gelb, braun, roth und blauroth vorherrschen, während grün sehr selten sich zeigt, gehören fast durchgehends nur derjenigen Zellenschicht an, welche die obere Hautdecke des Pilzhutes bildet und welche durch vertrockneten Schleim oft einen firnißartigen Ueberzug und einige Zähigkeit besitzt. Die chemische Beschaffenheit der Säfte, von denen diese Färbung ausgeht, ist noch nicht genügend untersucht. Das Hymenium oder die Sporidien, erscheinen oft gelblich, grau oder bläulich. — Das weiße Fleisch der Pilze verfärbt sich an der Luft meistens ziemlich schnell in grau oder gelb, mitunter in blau oder schwarz. Diese Verfärbung ist keineswegs ein Zeichen der Giftigkeit.

Besonders die Wälder sind reich an Pilzen, und zwar sowohl der Erdboden, welcher fast ganz aus vermodernden Blättern oder Moosen zu bestehen pflegt, als auch die Stämme der Bäume. Doch auch an Feldrainen und auf Viehweiden, auf Düngerstätten, in Ställen und selbst in Häusern erscheinen die Pilze. Wo in Gebäuden Holzwerk der Feuchtigkeit ausgesetzt ist, oder wo solches etwa verbaut wurde, bevor es genügend ausgetrocknet war, da stellen gar leicht Pilze sich ein. Nicht immer kommen die Fruchtbildungen zur Entwicklung, sondern manchmal beschränkt sich das Wachsthum auf das Flockenlager, welches dann um so ausgedehnter wird. Immer äußern die Pilze die zerstörendste Wirkung durch die außerordentliche Beförderung der Fäulniß, welche von ihnen ausgeht. Alle Hautpilze bedürfen zu ihrem vollkommenen Wachsthume nothwendig des Lichtes, im Dunkeln verkrüppeln sie oder erzeugen gar keine Fruchtorgane. Im Wasser gedeihen sie nie.

Es ist kein Zweifel, daß die vollkommeneren Pilze sich durch ihre Sporidien wirklich fortpflanzen, denn es gelingt die Aussaat derselben durch Verstreuung des Hymenium. Freilich ist eine zweckmäßige Beschaffenheit des Bodens, sowie des Ortes, dazu nothwendig und auch in der Natur scheint im Ganzen selten der Zufall die Keimung einer Sporidie zu begünstigen. Es müßten sonst die Pilze wahrhaft überhand nehmen, indem z. B. ein gemeiner Champignon (Fig. 21) nach ziemlich sicherer Schätzung etwa 20 Millionen Sporidien erzeugt. Allein noch sicherer lassen sie sich durch das Flockenlager, welches unter dem Boden viele Jahre ausdauert, fortpflanzen. Da man nicht selten Champignons in Gartenbeeten zieht, so ist diese Art der Fortpflanzung sehr bekannt. Wo Champignons wachsen, da hebt man die Erde aus, so weit diese von schimmelartigen Fäden durchzogen ist und bringt dieselbe mit vielem Dünger, besonders Pferdemist, einer reichen Quelle von stickstoffhaltigen Substanzen, in die Beete.



Fig. 21. Der gemeine Champignon (Agaricus campestris) auf verschiedenen Entwicklungsstufen. *

* *p* Der Strunk oder Stiel; *c* der Hut; *v* das Peridium oder der Schleier; *a* der Ring; *h* die mit dem Hymenium bekleideten Blätter.

Man kann dann Jahre lang reichliche Ernten von Champignons erwarten. In einigen Gegenden Italiens verkauft man auf den Märkten „pietra fungaja“, d. h. Pilzstein, mineralische Massen, welche, in Kellern feucht gehalten, viele eßbare Pilze erzeugen. Nach einigen Nachrichten sollen diese Mineralmassen, ein Mergel in der Gegend von Neapel und eine verhärtete Tuffmasse in der Gegend von Florenz, mit Pilzflocken durchzogen sein und daher ihre Eigenschaften haben; nach andern dagegen wären dieselben nur durch ihre Eigenschaft, Feuchtigkeit einzusaugen, zur künstlichen Erziehung von Campignons geeignet, wenn man sie mit Wasser begießt, in denen Pilze, oder die Hymenien von solchen, zerrührt worden sind.

Das Wachsthum der Pilze hat viel Auffallendes; sprüchwörtlich sind sie wegen der Plötzlichkeit und Raschheit, mit welcher sie erscheinen. Es beruht aber diese rasche Zunahme des Umfangs eigentlich nicht in der Vermehrung der Zellen sondern vielmehr in einer Ausdehnung oder Aufblähung derselben. Ein Pilz, welcher nußgroß aus der Erde hervortritt und dabei ein festes dichtes Fleisch besitzt, bläht sich in einer Nacht zu mehrzölliger, ja zu Schuhes Größe auseinander, ist dann äußerst locker und zeigt schon dem bloßen Auge die zarten Hohlräumchen seines Zellgewebes. Nach wenigen Stunden oder Tagen oder Wochen, so schnell wie sie erscheinen, verschwinden die Pilzfrüchte spurlos wieder; nur die kork- oder holzartigen erhalten sich oft viele Jahre lang.

Das Flockenlager der Pilze dauert länger, bei einigen Arten jedenfalls viele Jahre lang. Dasselbe entspinnt sich auf einem Punkte und dehnt sich sodann allseitig aus. Ein ganzer Büschel von Pilzfrüchten schießt aus demselben hervor. Die Fäulniß dieser düngt den Boden und das Gras ersprießt üppig, als sogenannter Geilhorst, an der Stelle derselben, gleich wie an solchen Stellen, wo der Mist eines Thieres verfault ist. Das Flockenlager dehnt sich indessen allseitig weiter aus, während es an seinem früheren Mittelpunkte abstirbt. So stehen in folgenden Jahren die Pilzfrüchte dann in einem Kreise herum, welcher sich immer mehr ausbreitet, und Ringe üppigern Graswuchses sind die Folge ihrer Verwesung im Herbste und im folgenden Frühlinge. So entstehen jene ringförmigen, mit zunehmender Größe natürlich in ihrer Regelmäßigkeit mehr und mehr gestörten, oft unterbrochenen und sich gegenseitig durchkreuzenden Zeichnungen auf Viehweiden, welche der Bauer mit altem Aberglauben als Hexenringe bezeichnet.

* * *

Alle Klassen der Pilze bieten in vieler Beziehung Eigenthümlichkeiten dar, durch welche sie sich von allen übrigen Pflanzen erheblich unterscheiden. Durch den Verbrauch von Sauerstoff und die Aushauchung von Kohlensäure nehmen sie an der Einwirkung Theil, welche das Thierreich auf die Beschaffenheit der Luft ausübt. Viele derselben verbreiten auch vollkommen thierische, ammoniakalische Düfte. Wie die Thiere, können sie ihre Nahrung nicht unmittelbar aus der Luft und dem Wasser oder dem Mineralreiche schöpfen, sondern bedürfen dazu der Vermittlung der Pflanzen, indem sie nur faulende pflanzliche oder thierische (durch die Nahrung der Thiere ja ebenfalls indirekt aus dem Pflanzenreiche entnommene) Stoffe zur Bildung der Substanzen, aus denen sie bestehen, verwenden können. Doch ist nicht zu verschweigen, daß sie nach einigen Versuchen doch in einem geringen Grade das Vermögen zu haben scheinen, Ammoniak und Wasser aus der Luft in sich einzusaugen.

Man kennt bereits mehrere Tausende von Pilzgattungen aus den verschiedenen Klassen; die Untersuchungen in der Mehrzahl der Länder, selbst unseres Erdtheiles, sind noch sehr wenig vollständig, so daß sich, zumal mit Rücksicht auf die wahrscheinlich sehr große Mannigfaltigkeit derselben in den feuchten Gegenden heißerer Himmelsstriche, vermuthlich die Zahl der wirklich auf der Erde vorhandenen Arten gar nicht annäherungsweise schätzen läßt. Man hat bereits über tausend Arten des einen Geschlechtes Agaricus beschrieben und benannt; doch dürften noch mehrere Tausende derselben unbekannt geblieben sein.

Da die Pilze durchaus nicht geeignet waren, sich in fossilem Zustande zu erhalten, so ist es unbekannt, ob auch in frühern Perioden der Erde Pilze existirt haben.

Uebersicht der Algen.

I. Klasse: **Einzellige Algen.** Monococceæ.
II. Klasse: **Fadenalgen (Conferven).** Conferveæ.
III. Klasse: **Tange.** Phyceæ.
IV. Klasse: **Flechten.** Licheneæ.

I. Klasse. Die einzelligen Algen.

Die einzelligen Algen werden dem bloßen Auge, wie die einzelligen Pilze, nur durch ihre, oft alle unsere Begriffe übersteigende, Ansammlung wahrnehmbar und können nicht ohne Hülfe guter Mikroskope genauer beobachtet werden. Bald existiren dieselben vereinzelt und zerstreut, bald wieder haufenweise beisammen, und in letzterem Falle stellen manche in Folge einer regelmäßigen Vermehrungsweise bestimmte Gruppirungen dar (Fig. 22). Alle Algen bedürfen zu ihrer Vegetation der Feuchtigkeit, und die meisten derselben wachsen in Gewässern. So insbesondere auch fast alle einzelligen Algen. Wo dieselben auf der Erde oder an Pflanzen u. s. w. oder auf dem Schnee scheinbar auf dem Trocknen gefunden werden, was sehr häufig der Fall ist, da übersehen wir nur auf den ersten Blick das Wasser. Für Pflänzchen von 1/200 bis 1/1000 Linie im Durchmesser ist ein Thautropfen ein See. Bei völliger Austrocknung erlischt das Leben der einzelligen Algen stets.

Auf feuchter Erde, an Mauern und Felsen bemerkt man sehr häufig eine gelbröthliche oder grünliche Färbung. Eine krümelig schleimige Masse zeigt sich dem Auge als Ursache dieser Erscheinung. Das Mikroskop läßt uns eine noch ungekannte Menge verschiedener Arten der einfachsten Pflänzchen in solchen Massen erkennen. Abgesehen von den keimenden Anfängen mancher vollkommenen Algen und gewisser Moose, welche nicht selten mitunterlaufen und, bei der Einfachheit ihrer Natur, auf den ersten Entwicklungsstufen, selbst mit einzelligen Algen verwechselt werden

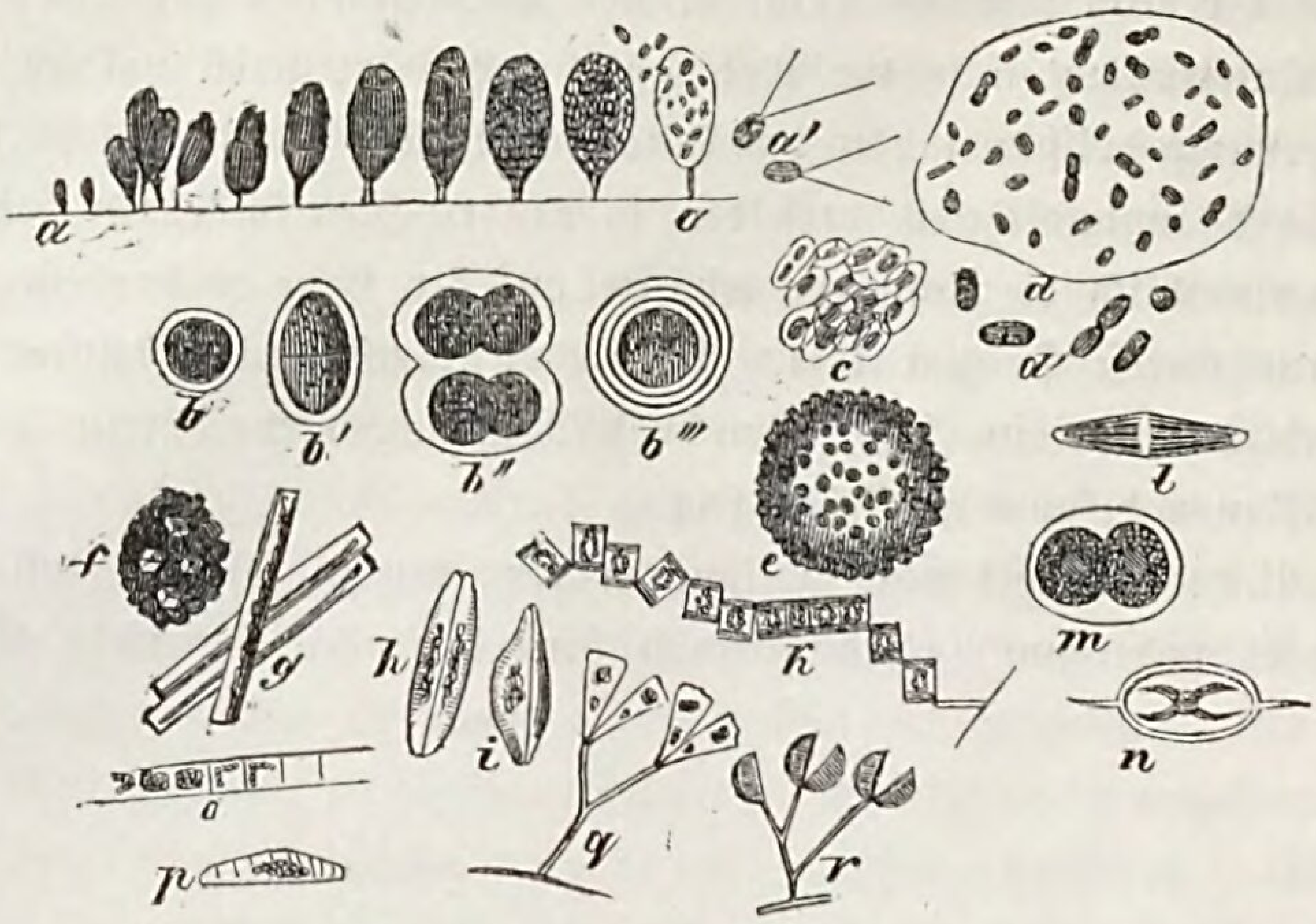


Fig. 22. Einzellige Algen. *

* *a—a* Characium Sieboldi in verschiedenen Entwicklungszuständen; die grüne Zelle ist mit einem Faden an Wasserpflanzen befestigt, sie wächst, vermehrt sich durch Theilungen in allen Richtungen, füllt sich endlich ganz mit Keimzellen, welche sodann durch eine Oeffnung aus der sie umhüllenden ursprünglichen Zelle ausschwärmen. *a'* einige schwärmende Keimzellen mit zwei Fadenanhängseln. Vergrößerung bei *a* 300fach, bei *a'* 600fach.

b Chroococcus rufescens, gelb mit farbloser Schleimschicht; *b'* eine sich theilende Zelle; *b''* vier Zellen mit gemeinsamer Schleimmasse umgeben; *b'''* eine grüne Zelle mit dreifacher Schleimschicht. Vergrößerung 300fach. Die Pflanze wächst an nassen Felsen.

c Gloeothece confluens, 300fach vergrößert, an Felsen wachsend; grünfarbig.

d Aphanothece saxicola. Viele grüne Zellen in zusammengeflossener Schleimmasse, an feuchten Felsen wachsend. Vergrößerung 300fach; *d'* einige Zellen 600fach vergrößert.

e Coelosphaerium Kützingianum; eine Familie von grünen Zellen bildet eine, durch Zellentheilung stets wachsende Kugelschicht; die Schleimmasse ist zu einer Kugel zusammengeflossen. Vergrößerung 300fach. Die Alge wächst in Gräben.

f Coelastrum sphaericum; eine Familie in Form eines hohlkugeligen Netzes von sechseckigen grünen Zellen. Wächst in Torfgräben. Vergrößerung 100fach.

g Bacillaria communis, gelb. — *h* Navicula viridula, glashell mit grünem Inhalt. — *i* Navicula inaequivalvis, ebenso. — *k* Achnanthes unipunctata, glashell mit gelbrothem Inhalte. — *l* Netrium (Closterium) digitus, grün. — *m* Cosmarium (Euastrum) rupestre, grün mit farbloser Schleimhülle. Vergrößerung 300fach. Wächst an nassen Felsen. — *n* Tetracanthium (Euastrum) convergens, glashell mit grünen Bläschen und eben solchen Schweifen. Vergrößerung 300fach. Wächst in Gräben. — *o* Gallionella varians, glashell mit rothem oder grünem Inhalte. — *p* Eunotia Westermanni, ebenso. — *q* Gomphonema capitatum, gelbe Zellen mit farblosen Fäden. — *r* Cocconema cistula, ebenso.

Die Gattungen, bei welchen keine nähere Angabe sich findet, sind 200fach vergrößerte Kieselalgen (Diatomaceen).

können, sind diese Pflänzchen **Zellen**: Tröpfchen von außerordentlicher Kleinheit, aus wässeriger **Proteinsubstanz** bestehend und mit einem zarten Hautbläschen von **Cellulose** bekleidet, äußerlich mit einer dünnen **Schleimschicht** umhüllt, Zellen mit einem für sich bestehenden, völlig selbstständigen Leben, den Gährungspilzen in hohem Grade ähnlich, jedoch durch einige erhebliche Merkmale von denselben verschieden. Ganz ähnliche, oft aber auch sehr mannigfach verschiedenartig geformte Zellen findet man in Menge in **fast allen Gewässern**, besonders in **stehenden**, welche letztere mitunter **in jedem Tröpfchen sehr zahlreiche Schaaren** von solchen enthalten. Der **Schlamm** auf dem Boden der Seeen, Teiche, Flüsse, die **schleimige Materie**, welche die Steine am Grunde des Wassers schlüpfrig macht — alle diese Substanzen zeigen uns unter dem Mikroskope **ein Gewimmel von einzelligen Algen**. Die **Färbung** einiger Arten ist gelb oder roth, andre erscheinen grün. Diese Farben, welche meistens dem ganzen Zelleninhalte gleichmäßig

anhaften, mitunter aber auch kleinen Kügelchen, die in farblosem Zellsafte schwimmen, allein zukommen und nur für das bloße Auge eine scheinbare Allgemeinheit der Färbung bewirken, gehen von besonderen, eigenthümlichen, dem Zelleninhalte beigemengten und in demselben durch das Leben der Zelle gebildeten Stoffen aus, deren Mischung noch lange nicht genügend bekannt ist. Man unterscheidet durch das Verhalten dieser Farbstoffe gegen chemische Einwirkungsmittel (Reagentien) folgende vier, welchen allen aber eine sehr ähnliche Mischung zu Grunde zu liegen scheint.

Das Chlorophyll oder Blattgrün, derselbe Stoff, von welchem die grüne Farbe der Blätter unserer Kräuter und Bäume herrührt, ist grün oder gelbgrün, wird durch die Einwirkung von verdünnten Säuren und Alkalien wenig oder gar nicht verändert; wenn die Zellen absterben, so nimmt es häufig eine bräunlichgrüne Färbung an. Dieser Farbstoff ist chemisch genau untersucht und besteht aus den vier Elementarstoffen, welche wir als die hauptsächlichsten im Thier- und Pflanzenreiche immer wiederfinden, Carboneum, Hydrogenium, Oxygenium und Nitrogenium, in einem Verhältnisse, welches die Formel $C^{15} H^{18} O^{8} N^{2}$ ausdrückt. Meistens ist das Chlorophyll scheinbar in Körnchen vorhanden und nicht dem ganzen Zelleninhalte beigemengt. Doch auch jene Körnchen bestehen nicht aus dem Farbstoffe. Bei vollkommneren Pflanzen sind es farblose Wachskügelchen, welche durch das Chlorophyll grün gefärbt erscheinen, indem sie mit solchem überzogen sind. Vielleicht ist es ebenso bei den Algen.

Das Phykochrom ist ebenfalls oft grün, besonders blaugrün, oft orange, und vielleicht sehr vielfacher Umfärbung (in violett, kupferroth, roth, gelb) fähig. Durch verdünnte Säuren färbt es sich orange, durch verdünnte Alkalien braungelb. Es durchdringt den ganzen Zelleninhalt, ohne jedoch in Wasser löslich zu sein.

Das Erythrophyll ist roth oder purpurfarbig, wird aber durch Alkalien grün und nimmt beim Absterben der Zelle häufig dieselbe Farbe an. Es ist bald im ganzen Zellsafte verbreitet, bald haftet es an kleinen Kügelchen.

Das Diatomin ist braungelb, wird durch verdünnte Alkalien nicht verändert, durch verdünnte Salzsäure grün und beim Absterben ebenfalls meistens grün. Uebrigens verhält es sich dem Chlorophyll äußerst ähnlich.

Diese Farben erleiden während der Entwicklung der Algenzellen mannigfache Umwandlungen, welche sich aus den Einwirkungen der Stoffe erklären, in deren Aufnahme und Abscheidung die Lebenserscheinungen der Zelle beruhen. Alle jene, dem Chlorophyll so nahe verwandten Farbstoffe werden nur unter dem Einflusse des Lichtes und der atmosphärischen Luft erzeugt. Sie fehlen den Pilzzellen durchaus, finden sich dagegen nicht nur in allen Algen, sondern auch in allen vollkommneren Pflanzen. Insbesondere ist das Chlorophyll ein durch das Pflanzenreich außerordentlich verbreiteter Farbstoff.

In den Zellen der Algen bemerkt man unter dem Mikroskope stets einige, mitunter ziemlich viele farblose Kügelchen, welche, sobald man ein Tröpfchen Jodtinktur auf dieselbe einwirken läßt (was ganz einfach dadurch geschieht, daß man es dem Wassertröpfchen beimischt, in welchem man die Zellen unter dem Mikroskope betrachtet), eine blaue Farbe annehmen. Wir erkennen diese Kügelchen hiedurch als Stärke oder Amylum, da dieser Stoff mit Jod ein blaufarbiges Mischungsprodukt, die Jodstärke, bildet und daher stets und überall, wo nur die geringste Spur von

demselben vorhanden ist, durch diese Probe entdeckt werden kann. Die Stärke, welche als eine mehlige Masse staubartig feiner Kügelchen aus manchen Pflanzentheilen, in deren Zellen sie in großer Menge vorhanden ist, wie Getreidekörner, Kartoffeln u. s. w., in großen Quantitäten gewonnen wird, fehlt den Pilzen durchaus, ist dagegen in allen lebendigen Zellen der übrigen Pflanzen stets zu finden. Wir haben sie als eine dem Zucker, dem Gummi, und der Cellulose isomere Substanz (C^6 H^5 O^5) kennen gelernt.

Außer den genannten Substanzen sind nicht selten Oeltröpfchen im Zellsafte enthalten. Dieselben werden unter dem Mikroskope, mögen sie farblos oder gefärbt sein, an ihrem hellen Durchscheine erkannt.

Die oben erwähnten, gelben, rothen oder grünen, krümelig schleimigen Massen, welche wir nun als Anhäufungen mikroskopischer Zellen bezeichnet und durch die Anwesenheit von eigenthümlichen Farbstoffen und von Stärke im Zelleninhalte, von den Pilzen wesentlich unterschieden haben, sind nicht selten den einfachsten Infusionsthierchen einigermaßen ähnlich. Sie unterscheiden sich von denselben genügend durch den Mangel der Contraktilität und durch die starre Hülle von Cellulose.

Die Ernährung dieser Algenzellen wird, ganz wie bei den Pilzzellen, bewirkt durch Endosmose und Exosmose. Ein Regentropfen oder die kleinste Thauperle genügt, um zahlreiche dieser kleinen Organismen zu unterhalten, da diese Feuchtigkeiten stets aus der Luft eine geringe Menge von Ammoniak (NH^3) und Kohlensäure (CO^2) aufnehmen und diese also der Auffaugung der Zellen darbieten. Die Algenzellen haben die Fähigkeit, aus diesen Mischungen die Substanzen zu bereiten, welche ihre verschiedenen Bestandtheile ausmachen. Sie bedürfen keiner aus dem Thier- oder Pflanzenreiche entlehnten Nahrung, wie die Pilze und die Thiere, sondern Luft und Wasser genügen zu ihrer Existenz. Vermittelst des Wassers nehmen sie auch diejenigen Mineralstoffe in sich auf, welche man in geringerer oder größerer Menge, ähnlich wie bei den Pilzen, in unbekannten Verbindungsweisen theils im Zelleninhalte, theils in der Zellenhaut nachweisen kann. Aus allen aufgenommenen Stoffen treten innerhalb der Algenzellen die erforderlichen Stoffquantitäten zu Mischungen zusammen, welche denjenigen gleichen, aus welchen die Zellenhaut und der Zelleninhalt selber bestehen, während die übrigen Stoffe und Quantitäten wieder durch die Zellhaut ausgeschieden werden. Man nennt die Fähigkeit der organischen Naturkörper im Allgemeinen, aus aufgenommenen Nahrungsstoffen Mischungen zu bilden, welche zum Ersatze und zur Vermehrung ihrer eigenen Bestandtheile dienen können, das Aneignungs- oder Assimilationsvermögen. Insbesondere aber und vorzugsweise bezeichnet man mit dem Ausdrucke Assimilation die so eben erwähnte Aneignung einer aus der unorganischen Natur genommenen Nahrung, wie wir dieselbe nicht allein bei den einzelligen, sondern bei allen Algen, ja bei allen sämmtlichen Pflanzen, mit Ausnahme der Pilze und der von den Säften anderer Pflanzen sich nährenden Schmarotzergewächse, finden.

Diese letztere vorzugsweise so genannte Assimilation ist stets verbunden mit einer Zerstörung der aufgenommenen Kohlensäure, indem die Zellen die Eigenschaft haben, von dieser nur das Carboneum, den Kohlenstoff, welcher zu ihrer Ernährung erforderlich ist, zurückzubehalten, dagegen das Oxygenium wieder auszuscheiden.

Läßt man eine ziemliche Menge der aus einzelligen Algen bestehenden Materie in einer Glasflasche in Wasser einige Zeit im Sonnenlichte stehen, so steigen Gasbläschen empor und sammeln sich unter dem Flaschenstöpsel. Diese Bläschen bestehen aus Oxygenium. Jedes Blatt und jeder grüne Theil irgend welcher Pflanze zeigt die gleiche Erscheinung, woraus zu ersehen ist, daß die Assimilation, verbunden mit Zerstörung der Kohlensäure und Abscheidung (Ausathmung) von Oxygenium, eine allen Grünpflanzen gemeinsame Lebensverrichtung ist. Im Dunkeln entwickelt sich kein Sauerstoff. Das Licht, dessen Natur uns noch völlig unbekannt ist, welches aber sehr allgemein auf eine noch unerklärbare Weise als Erreger chemischer Vorgänge wirkt, ist zur Zerlegung der Kohlensäure unumgänglich nothwendig. Wir begreifen hieraus, weßhalb einzig diejenigen Pflanzen, deren Ernährung nicht auf einer mit Zerstörung von Kohlensäure verbundenen Assimilation beruht, zumal die Pilze, des Sonnenlichtes fast ganz entbehren können. Alle übrigen geben, sobald ihnen dauernd das Sonnenlicht mangelt, und ebenso wenn die ernährende Feuchtigkeit fehlt, die Störung ihrer Assimilationsthätigkeit durch veränderte Mischung ihrer Bestandtheile kund, welche bald in einer Umwandlung der Farben sich ausspricht. Besonders häufig ist der Uebergang der grünen Färbung in eine gelbe, orangegelbe oder rothe einerseits, sowie die völlige Entfärbung und Ausbleichung andrerseits. Bei den einzelligen Algen sind dergleichen Umfärbungen nicht selten und oft mit bloßem Auge im Großen bemerkbar, indem die grüne Färbung von Mauern oder Felsen verschwindet und erst nach einem Regen wiederkehrt, oder indem dieselbe in eine gelbe oder rothe Färbung übergeht, beim Regenwetter dagegen sich wieder herstellt.

Die Form der einzelligen Algen zeigt endlose Verschiedenheiten. Zwar sind viele Gattungen schlicht kugelrund oder eiförmig, allein es zeigen sich außerordentlich häufig drei- vier- und fünfeckflächige, zackige, spindelförmige, keilartige, walzenförmige und lang fadenartige Gestalten (Fig. 22).

Da die Schleimschicht, welche von den einzelligen Algen äußerlich auf der Zellhaut ausgesondert wird, bei manchen Gattungen sich sehr verdickt (Fig. 22, b'''), so finden sich in solchen Fällen meistens mehrere und oft sehr viele Zellen zu Gruppen mit einander verbunden, und zwar bleiben zunächst die durch Abstammung von einer gemeinsamen Zelle mit einander verwandten Zellen familienweise vereinigt. Bald dehnt sich bei der Vermehrung die Schleimhülle der ersten Zelle aus, so daß alsdann zwei Zellen in einer gemeinsamen Hülle liegen, und indem jede einzelne Zelle wieder eine besondere Hülle aussondert und in dieser sich weiter fortpflanzt, entsteht eine merkwürdige Einschachtelung von Hüllen in Hüllen, bis daß die primäre Hülle platzt und sich auflöst und die einzelnen darin enthaltenen sekundären, tertiären u. s. w. Hüllen sich dadurch von einander befreit finden. Bald bildet sich eine regelmäßige knäuelartig zusammengehäufte Zellengruppe, welche durch Schleimaussonderungen nach dem Mittelpunkte hin sich dort von einander entfernen und bei stets fortgesetzter regelmäßiger Vermehrung sich zu einer kugel- (Fig. 22, e), blasen- oder schlauchförmigen Gruppe ausdehnen, wobei die ältesten Zellen immer weiter von einander gedrängt werden. Bald bildet sich sogar anstatt einer Blase ein maschiges Netz in Blasenform (Fig. 22, f u. Fig. 23). Bald wieder liegen die Zellen einer Gruppe ganz regellos in einer völlig zusamengeflossenen Schleimmasse

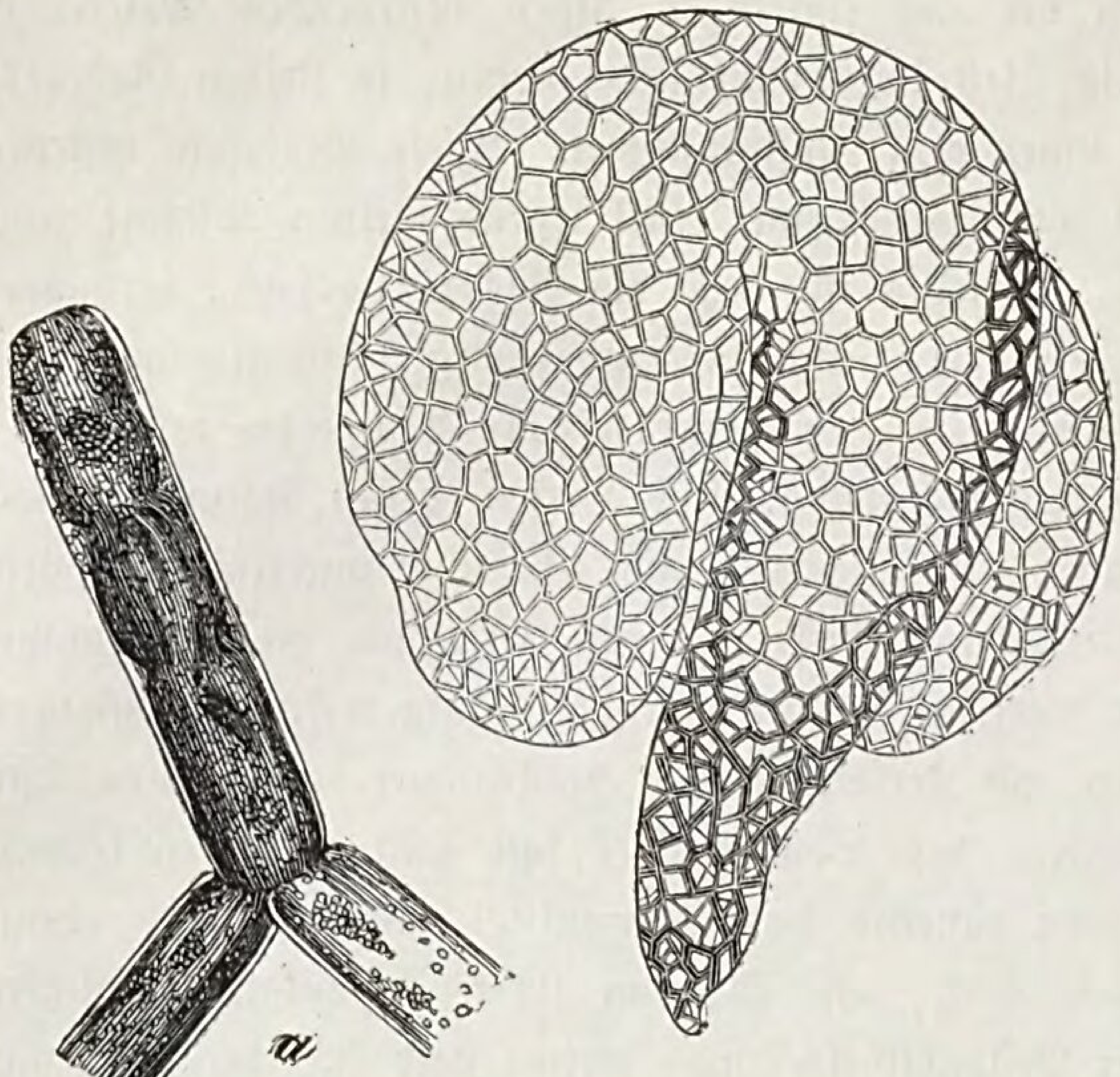


Fig. 23. Das schlauchförmige Wassernetz (Hydrodictyon utriculatum). *
* a Eine Zelle, welche an ihrem untern Ende mit zweien andern Zellen zusammenhangt, vergrößert; man erkennt in derselben die innere, aus Proteinsubstanz bestehende, Zellenhaut, den sogenannten Primordialschlauch, welcher sich, da das Exemplar getrocknet war, durch Zusammenschrumpfung von der äußern, aus Cellulose bestehenden Zellhaut abgelöst hat und durch innerlich daran haftendes Chlorophyll grün gefärbt erscheint.

beisammen auf einer Fläche ausgebreitet (Fig 22, d). Oder es erheben sich die Zellen von der Fläche, an welcher die Schleimschicht der ersten Zelle anklebt, und ziehen diese als einen mehr oder minder langen Faden mit sich, so daß bei weiterer Vervielfältigung gleichsam Bäumchen mit den regelmäßigsten Verästelungen entstehen (Fig. 22, q, r). Manchmal hangt eine Zelle mit vielen Schleimfäden, wie mit Wurzeln, am Boden fest. Alle diese verschiedenartigen Anordnungen hangen zunächst von der Art der Vermehrung der Zellen ab. Bei einigen Gattungen einzelliger Algen bildet sich ein Zellenauswuchs, innerhalb dessen eine besondere Zelle entsteht, welche sich durch Ablösung von der Mutterzelle sondert. Die meisten vermehren sich durch Bildung von zwei Zellen aus einer, durch Theilung, wobei zuerst der Zelleninhalt sich in zwei dichtere Partien sondert, deren jede sich mit einer besondern Zellhaut umgibt, während die ursprüngliche Zellhaut aufgelöst wird. Und diese Theilung geht bald in einer und derselben Richtung vor sich, wodurch einfach reihenförmige Gruppen entstehen, bald durchwechselt dieselbe nach einander alle verschiedenen Richtungen des Raumes. Bei vielen einzelligen Algen theilt sich der Zelleninhalt sogleich in vier Partien, so daß vier Zellen gebildet werden, und diese liegen dann entweder in einer Ebene oder, was häufiger ist, über einander, zwei nach der Länge und zwei nach der Quere (tetraedrisch) angeordnet. Bei vielen andern einzelligen Algen bildet sich in einer Zelle eine größere Menge von Zellen (Fig. 22, a, a). Entgegengesetzt diesem Falle erscheint derjenige Vorgang, welchen man mit der Benennung der Copulation bezeichnet, und welcher darin besteht, daß zwei sich berührende Zellen an der Berührungsstelle durch theilweise Auflösung ihrer Zellenhaut zusammenwachsen, so daß sie sich zu einer Zelle vereinigen, worauf der Inhalt beider Zellen zu einem gemeinsamen Zellenkerne zusammenfließt und sich mit einer Zellhaut umgibt, während die beiden copulirten Zellen aufgelöst werden. Diese Zellenbildung zeigt sich merkwürdiger Weise bei solchen einzelligen Algen, welche für gewöhnlich sich durch Theilung vermehren, als eine zweite Vermehrungsweise. In solchen Fällen ist dann die durch Copulation gebildete Zelle besonders geeignet, eine neue Gruppe zu beginnen, indem sie mit den übrigen Zellen minder verbunden erscheint. Es zeigt sich hierin eine geringe

Andeutung des bei vollkommneren Pflanzen entschiedener vorkommenden Unterschiedes zwischen der Bildung solcher Zellen, welche mit den Mutterzellen verbunden bleiben und zur Vergrößerung eines gemeinsamen, aus vielen Zellen bestehenden Ganzen dienen, und der Bildung solcher, welche der Anfang einer ganz neuen Reihe, eines neuen ähnlichen Ganzen, zu werden bestimmt sind — mit andern Worten, zwischen Vermehrung und Fortpflanzung. Nur ist wohl zu beachten, daß bei den einzelligen Algen die Bildung jeder neuen Zelle als eine Fortpflanzung zu betrachten ist, indem jede einzelne Zelle ein vollständiges Wesen und für sich zu bestehen, und ähnliche Wesen zu erzeugen fähig ist. Nichtsdestoweniger aber kann es unserer Aufmerksamkeit nicht entgehen, daß die Zellen einer Familiengruppe auch in gewissem Sinne ein gemeinsames Ganzes bilden. Doch sind hier nie, wie bei vollkommneren Pflanzen stets der Fall ist, die verschiedenen zur Erhaltung, zum Wachsthume und zur Vermehrung und Fortpflanzung dienenden Funktionen des Pflanzenorganismus einzeln auf gewisse bestimmte Zellen oder Zellengruppen vertheilt, sondern jede Zelle vereinigt in sich alle jene Verrichtungen.

Sehr merkwürdig ist die Vermehrung der Vaucherien (Fig. 24), von denen nicht selten zarte grüne Rasen an Steinen in Bächen und Teichen, aber auch in den Blumentöpfen unserer Zimmer gebildet werden. Diese, anfangs kugelige Zellen, dehnen sich durch fortgesetzte Weiterbildung der Zellhaut an zwei sich entgegengesetzten Punkten zu langen, mit bloßen Augen erkennbaren Fäden aus und bekommen durch seitliche Ausdehnungen der Zellhaut sackartige, endlich fadenartige Auswüchse oder Aeste. Von diesen bleiben die einen kurz, während die andern danebenstehenden sich verlängern und hakenförmig zu den ersteren zurückbeugen, so daß sie diese Scheitel gegen Scheitel berühren. Während die Aeste anfangs sämmtlich durch eine reichliche

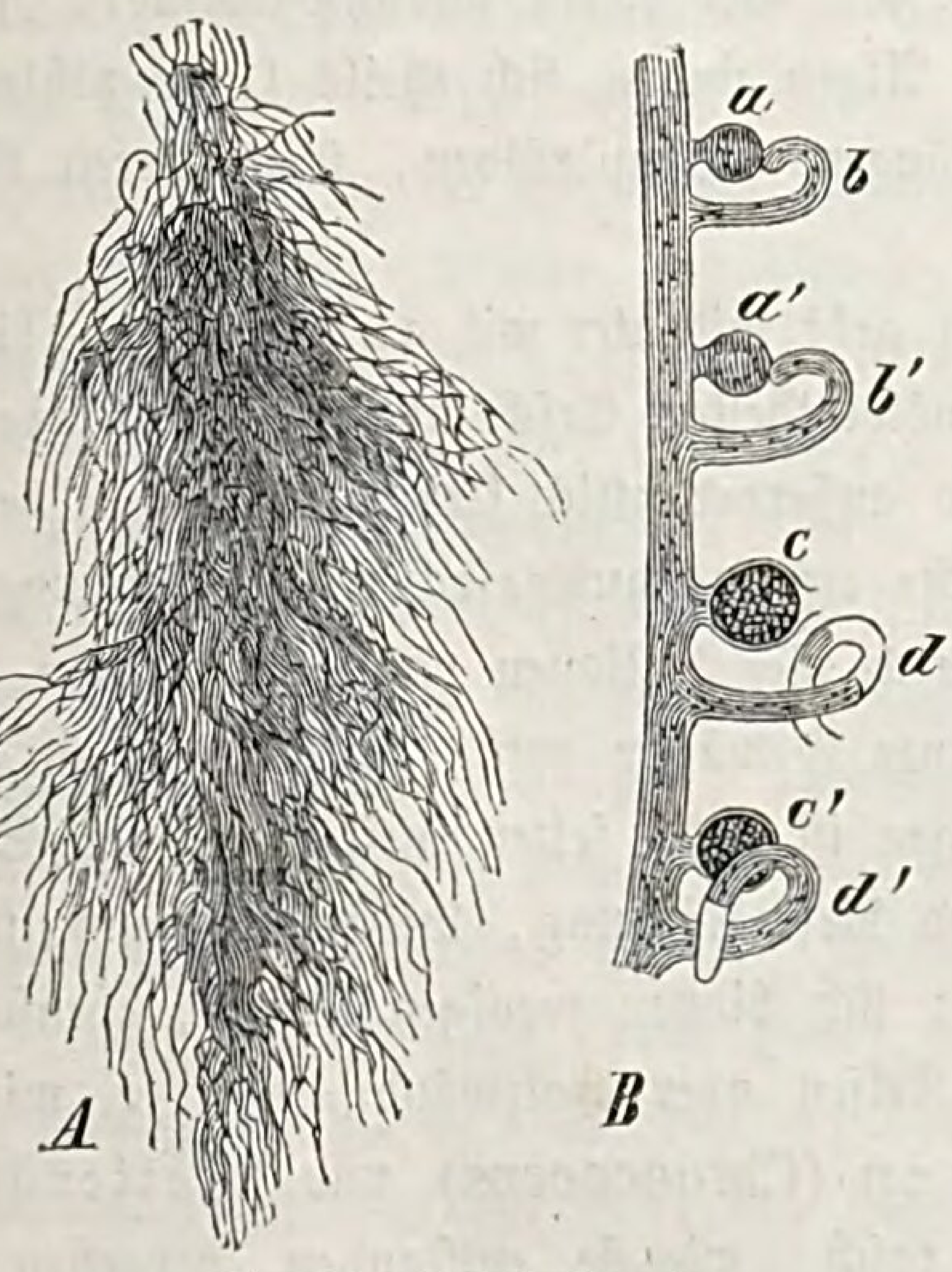


Fig. 24. Vaucherien. *



Fig. 25. Schwärmende Tochterzellen (Keimzellen, Sporidien, Sporen) von Algen. *

* *a* von **Vaucheria clavata**, ganz mit Wimpern bedeckt; *b c d* von Fadenalgen: *b* von **Prolifera** mit einem Wimperkreise; *c* von **Chaetophora** mit vier Wimperfäden; *d* von **Conferva** mit zwei Wimperfäden. Vergrößerung 600fach.

* **A** Ein kleiner Rasen von **Vaucheria clavata.** Nat. Gr.
B Ein Stück von einer fadenförmigen Zelle mit Fortpflanzungsästen, von **Vaucheria sessilis**, 400fach vergrößert.
a Zellenbildender Ast; — *b* Hakenast; — *a' b'* dieselben Aeste in der Copulation begriffen; — *c* ein zellenbildender Ast nach der Copulation, mit ausgebildeter Keimzelle und offener Copulationsmündung; — *d* ein Hakenast nach der Copulation mit entleertem Ende, durch eine neue Scheidewand geschlossen; — *c' d'* ähnliche Aeste, bei welchen die Copulation verfehlt, dennoch aber die Keimzelle gebildet ist.

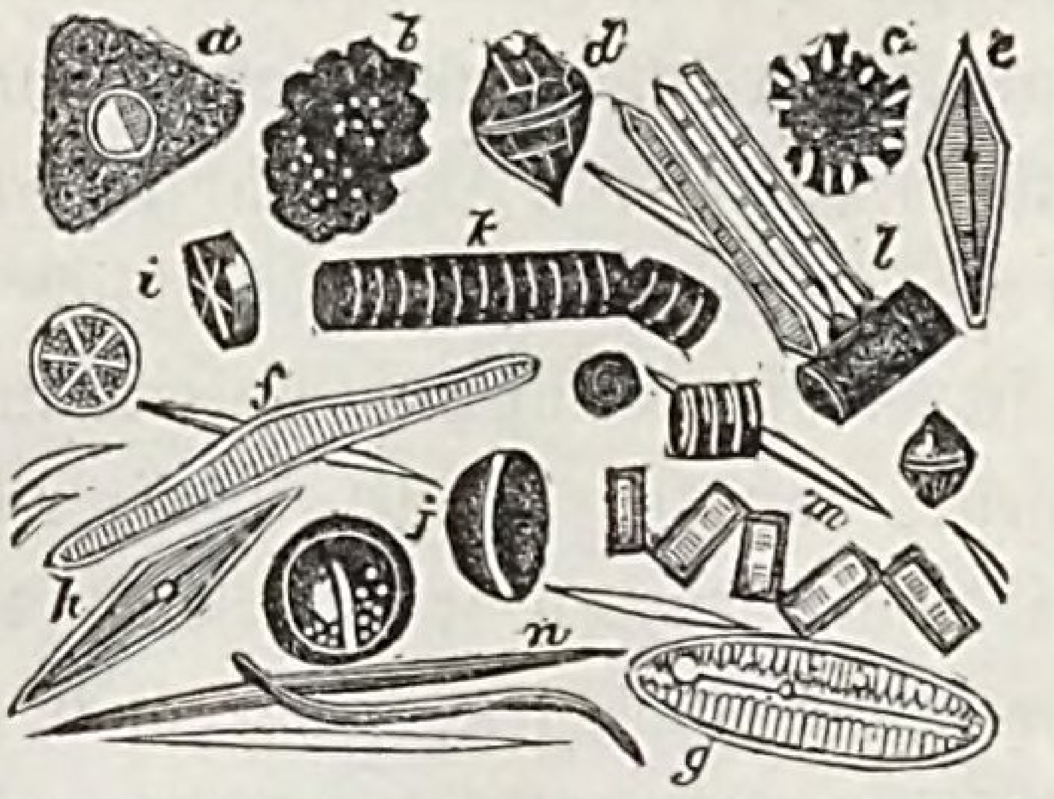
Menge von Chlorophyllkügelchen, welche an den Wandungen überall anhaften, grün gefärbt erscheinen, werden die hakenförmig ungekrümmten Fadenästchen allmählig an ihrem Ende immer blasser und farbloser, während sich zugleich in dem berührten kürzeren Aste der Zelleninhalt stärker ansammelt und eine Tochterzelle gebildet wird. Der Inhalt der Fadenästchen geht ohne Zweifel durch Copulation in die zellenbildenden Aeste über, obgleich dieselbe hier nicht unter zwei verschiedenen Zellen, sondern unter zwei Theilen einer und derselben Zelle und ohne Vereinigung der äußeren Zellhaut vor sich geht. Nach geschehener Copulation schiebt sich das Hakenästchen durch weitere Verlängerung neben dem zellenbildenden Aste zur Seite und man bemerkt dann an beiden deutlich eine Oeffnung, durch welche die Copulation vor sich gegangen ist. Das Hakenästchen schließt sich innerlich durch eine neue Haut, welche dann eine Art von Scheidewand in derselben darstellt. Die gebildeten Tochterzellen lösen sich von der Mutterzelle mit sammt den Säckchen, worin sie gebildet sind, ab und werden neue Vaucherien. Bei einer Gattung, der keulenförmigen Vaucherie, verlassen die Tochterzellen die Säckchen, in welchen sie gebildet sind, und schwärmen dann eine Zeit lang, mit wimperartigen Fädchen versehen, bevor sie sich festsetzen und weiter ausbilden, mit sehr auffallenden Bewegungen im Wasser umher (Fig. 25). Diese Bewegung, welche vermuthlich, wie mancherlei ähnliche Bewegungen von jungen Zellen, besonders von solchen, welche den Anfang einer neuen Gruppe einzelliger Pflänzchen oder den Keim eines neuen mehrzelligen Pflänzchens bilden, durch die Lebhaftigkeit, mit welcher die Endosmose und Exosmose bei der Zartheit der neugebildeten Zellhaut und der Dichtigkeit des reichlich angesammelten Zelleninhaltes vor sich geht, bewirkt werden, gaben zu mancherlei eigenthümlichen Ansichten über die Natur dieser Zellen Veranlassung. Man hielt dieselben für Thiere und wollte in ihnen einen gemeinsamen Uebergangspunkt zwischen dem Thierreiche und Pflanzenreiche sehen u. dgl. m. Bei vielen ausschwärmenden Zellen (Fig. 22 a') einzelliger und mehrzelliger Algen finden sich theils kurze zahlreiche, theils einzelne, besonders häufig zwei, längere Wimperfäden, über deren Natur man noch ungewiß ist.

Die Vermehrung der einzelligen Algen geht mitunter mit außerordentlicher Raschheit vor sich, so daß die bemerkenswerthesten Erscheinungen durch die unendliche Zahl dieser an und für sich so außerordentlich kleinen Geschöpfe hervorgerufen werden. Manche derselben, welche erst bei tausendfacher Vergrößerung eine Linie im Durchmesser betragen, färben durch die Billionen von dem bloßen Auge einzeln unsichtbaren farbigen Pünktchen ganze Gewässer roth, gelb oder grün. In den Polarländern und auf den Hochgebirgen ist nicht selten meilenweit der Schnee roth gefärbt durch die Schneealge; und diese Färbung, welche eine unnennbare Zahl von diesen Zellen voraussetzt, bildet sich binnen wenigen Tagen, ebenso wie wenige feuchte Tage genügen, um ganze Felsen oder Holzwände u. s. w. mit den grünen, gelben oder rothen Farbalgen (Chroococcus) und Wetteralgen (Protococcus) zu bekleiden. — Ebenso rasch, wie sie entstanden, vergehen diese sämmtlichen Pflänzchen unter Umständen, indem sie theils an der Luft austrocknen und nur zum kleinen Theil sich lebensfähig zu erhalten vermögen, bis neue Feuchtigkeit ihre Vermehrung wieder begünstigt, theils, wo sie im Feuchten wuchsen, der Vermoderung anheimfallen. Auf dem Grunde besonders von stehenden Gewässern

bilden sich nicht selten mit großer Schnelligkeit ziemlich beträchtliche Absätze schwärzlich braunen moderigen Schlammes, welcher zum großen Theile aus einzelligen Algen besteht, die bei der Fäulniß in eine solche Masse übergehen. Die auf dem Grunde des Wassers sich ablagernden Erdschichten werden reichlich mit ihnen untermengt und bekommen daher häufig ein schwärzliches Ansehen, welches im Feuer völlig verschwindet. Die verfaulenden Pflanzenzellen werden auf diese Weise reichliche Quellen von Kohlensäure und von Ammoniak und düngen somit sowohl das Wasser, als auch die in demselben neu entstehenden Bodenschichten, sowie auch aus dem gleichen Grunde der Moderschlamm aus Gewässern einen trefflichen Dünger für die Aecker und Wiesen darbietet. An der Bildung des Torfes nehmen die einzelligen Algen einen sehr bedeutenden Antheil, und aller Wahrscheinlichkeit nach haben sie ebenso zu der Bildung der Braun- und Schwarzkohlen nicht unwesentlich beigetragen. Dieselben sind jedenfalls von sehr erheblicher geologischer Wichtigkeit.

In dieser Beziehung verdienen die Kieselalgen eine besondere Erwähnung, d. h. solche einzellige Algen, welche sich durch eine verhältnißmäßig große Menge von Kieselerde auszeichnen, deren Vorhandensein in ihrer Zellhaut ihnen den Namen von Kieselinfusorien zugezogen hatte, als man sie noch zu den Thieren rechnete. Nur der Umstand, daß diese kleinen Wesen anfangs, als man das Mikroskop in der Pflanzenkunde noch eben nicht anwandte und den unscheinbaren niedrigsten Pflanzen noch überall keine Aufmerksamkeit schenkte, von Zoologen mit Infusionsthieren zufällig zusammen beobachtet wurden, veranlaßte die weiter nicht bedachte, später aber lange hartnäckig mit Scheingründen vertheidigte, Zusammenstellung derselben mit jenen mikroskopischen Thierchen. Später überzeugte man sich, daß jene „Kieselinfusorien, Stabthierchen (Bacillarieen) oder Theilthierchen (Diatomaceen)“ einzellige Algen seien. Die Kieselerde ist in einem sehr geringen Grade in Wasser auflöslich, fehlt aber gleichwohl wahrscheinlich in keinem Quellwasser gänzlich und kann somit von den Algenzellen aufgesammelt werden, welche verwesend diesen in ihrer Zellhaut enthaltenen Stoff in der Form der letzteren, als ein Gehäuse von außerordentlicher Zartheit hinterlassen. Starre, geradlinige, oft vieleckige Formen zeichnen diese Gehäuschen aus und machen dieselben unter dem Mikroskope leicht erkennbar. Die Vermehrung dieser Pflänzchen (Fig. 22, g — r), welche man gegenwärtig auch wohl Theilungsalgen (Diatomeen) nennt, weil sie sich durch fortwährende Theilung vervielfältigen, geht mit der außerordentlichsten Schnelligkeit vor sich und liefert so in sehr kurzer Zeit die ungeheuersten Ergebnisse. Ganze Meeresküsten, Flußbetten und Häfen sind einer fortwährend zunehmenden, der Schifffahrt hinderlichen Verschlammung unterworfen, wegen der ungeheuren Ablagerungen von Diatomeen, welche sich alljährlich in denselben bilden. Sümpfe werden durch solche allmählig trocken gelegt. Auf dem trocknen Lande findet man hie und da ausgedehnte Bodenstriche, welche mehrere Fuße, mitunter mehrere Klafter tief aus solchen Pflänzchen, welche in der Vermoderung begriffen sind, fast ganz ausschließlich bestehen. Andere Ablagerungen, in denen die verweslichen Materien bereits völlig vergangen und vermuthlich durch das eingedrungene Wasser ausgewaschen worden sind, bestehen aus der feinsten Kieselerde, deren Stäubchen sich unter dem Mikroskope vollkommen deutlich und sogar der Gattung nach erkennbar als Diatomeengehäuse zeigen (Fig. 26), von denen vierzig Billionen nicht mehr als einen Würfelzoll Erde darstellen, während man

a Desmidium apiculosum.
b Euastrum verrucosum.
c Xantidium ramosum.
d Peridinium pyrophorum.
e Gomphonema lanceolota.
f Hemanthidium arcus.
g Pinnularia dactylus.



h Navicula viridis.
i Actinocyclus senarius.
j Pixidula prisca.
k Gallionella distans.
l Synedra ulna.
m Bacillaria vulgaris.
(*n* Nadeln von Schwämmen).

Fig 26. Fossile Kieselzellen einzelliger Algen (400fach vergrößert).

z. B. im Lüneburgischen, bei Oberohe im Amte Ebstorf, ein solches Lager von so genannter Kieselguhr kennt, dessen Dicke, bei einer Ausdehnung von einer halben Quadratmeile, mehr als zwanzig Fuße mißt. Man kennt dergleichen Bodenschichten gegenwärtig schon in vielen Gegenden der Erde. Aber nicht allein in der gegenwärtigen quaternären und der vorhergegangenen tertiären Periode haben Diatomeen so wichtige Beiträge zur Bildung neuer Erdschichten geliefert, sondern auch in älteren sekundären Formationen findet man solche. Der sogenannte Polirschiefer, ein zartes blättriges, zerreibliches Kieselmehl, in schiefrigen Massen abgelagert, welches in manchen Gegenden, z. B. am Habichtswalde bei Kassel im Tertiärgebirge beträchtlich ausgedehnte Schichten bildet, ist deutlich als Diatomeenprodukt erkennbar. Die Kreide, besonders der Feuerstein, welcher in derselben knollenweise vorkommt, besteht großentheils aus Ueberbleibseln ähnlicher Pflänzchen. Manche Kieselschichten anderer Formationen, welche gegenwärtig als festes Quarzgestein in unsern Gebirgen erscheinen, haben vermuthlich den gleichen Ursprung, wenn gleich die im Laufe der Jahrtausende lösend und bindend wirkenden Gewässer dieselben so fest vereinigt haben, daß selten noch die wirkliche Nachweisung erkennbarer Ueberbleibsel möglich ist.

* * *

Für die Pflanzenkunde ist die Kenntniß der einzelligen Algen, ebenso wie die Kenntniß der einfachsten Pilze, deßhalb von großer Wichtigkeit, weil diese einfachsten aller zu den Pflanzen zu rechnenden Organismen uns das Verständiß der Vorgänge, auf welchen die Entstehung, die Ernährung, das Wachsthum, die Vermehrung und Fortpflanzung der Gewächse beruht, erleichtern. Alle diese Vorgänge finden sich hier in höchster Einfachheit. Bei vollkommneren Pflanzen geschieht das, was bei den einzelnen Zellen zu beobachten ist, in tausendfacher Zusammensetzung und Wiederhohlung, zugleich aber mit steigender Sonderung der einzelnen Vorgänge. Die Wurzeln, die Stengel, die Blätter, die Blüthentheile, die Samen, kurz alle Theile der vollkommensten Pflanzen bestehen aus mehr oder minder zahlreichen und sehr verschiedenartig angeordneten, bald lockerer, bald dichter zusammengedrängten und mannigfaltig gestalteten Zellen (Fig. 27 — 29) — aber hier kann nicht jede Zelle für sich bestehen, sondern nur in Verbindung mit den übrigen Zellen oder einer Gruppe derselben (ein Zweig für sich, eine Knospe, ein Blatt, ein Samenkorn für sich), mit denen sie ein gemeinsames Ganzes bildet, und von denen die einen die Fähigkeit besitzen, flüssige Nahrung einzusaugen, während andere Gase aus der atmosphärischen Luft aufnehmen und abscheiden, einige nur solche Zellen erzeugen, welche die Theile des Gewächses vermehren, andere dagegen solche Zellen hervor-

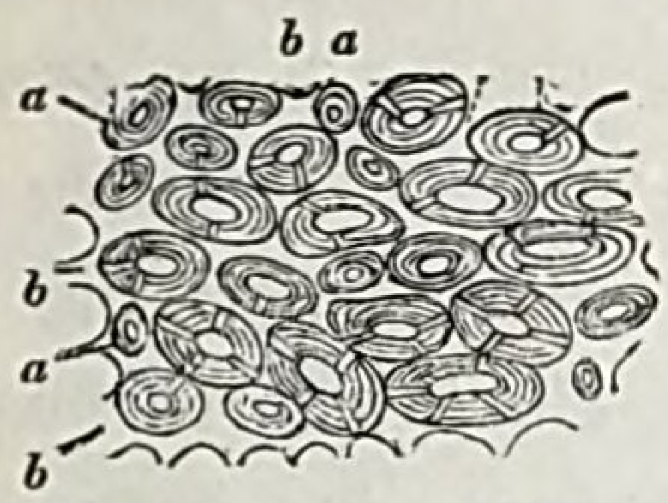


Fig. 27. Querschnitt eines Stückes von einer jungen Wurzel der Dattelpalme.*

* *a* Zellen, mit mehrfach verdickter Zellenhaut; — *b* Schleimschicht, welche die Zellen zusammenleimt, hier Zwischenzellenstoff genannt. Vergrößert.

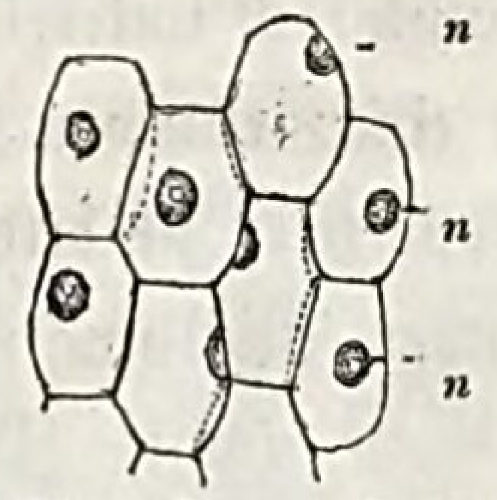


Fig. 28. Junge Zellen aus einer Runkelrübe, mit deutlichen Zellenkernen (Cytoblasten, *n*). Vergrößert.

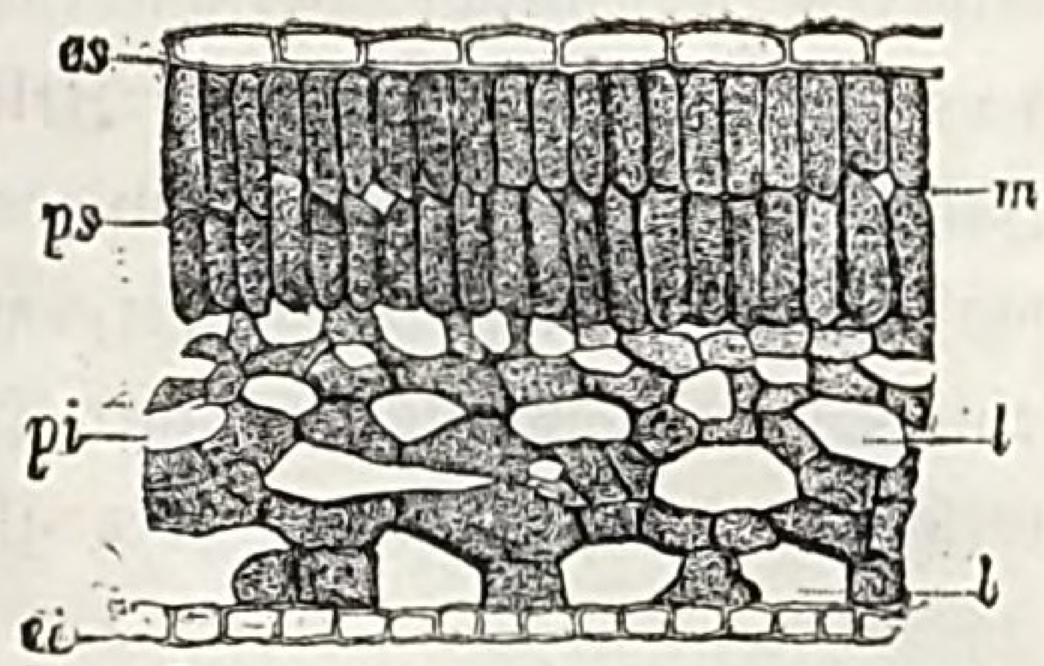


Fig. 29. Senkrechter Durchschnitt von dem Blatte einer Lilie. *

* *es* Zellen der Oberhaut des Blattes auf der obern Fläche; *ei* auf der untern Fläche; *ps* obere Schichten des innern Zellgewebes; *pi* untere Schicht desselben. Vergr.

bringen, welche Samen, den Anfang eines neuen gleichartigen Gewächses, bilden, einige diesen, andere jenen besonderen Stoff aus der aufgenommenen Nahrung bereiten. Bei einem vollkommenen Gewächse, welches Wurzel, Stengel, Blätter, Blüthen und Samen erzeugt, stimmen gewisse Zellen und Zellengruppen in ihren Lebensverrichtungen mit den einzelligen Pilzen, gewisse andere, besonders alle grünfarbig erscheinenden Zellen und Zellengruppen mit den einzelligen Algen überein. Der auf Kosten von zubereiteten, im Samen selbst enthaltenen, Nahrungsstoffen sich entwickelnde Keim bedarf, wie die Pilze, nicht des Sonnenlichtes, nimmt, wie jene, Sauerstoff in sich auf und haucht Kohlensäure aus. Die Blätter und andere grüne Organe nehmen Kohlensäure auf und hauchen, unter dem Einflusse des Sonnenlichtes diese zerstörend, Sauerstoff aus; sie verarbeiten die durch die Wurzeln aus dem Boden aufgenommenen unorganischen Nahrungsstoffe durch Assimilation. — Alle Pflanzen, so vollkommen und zusammengesetzt ihre Organisation auch sein mag, sind im allerersten Beginne ihrer Entwicklung eine einzige Zelle (Fig. 30), welche von der Mutterpflanze erzeugt wird, und diese Zelle besitzt keine wesentlich von der Organisation der einzelligen Pilze und Algen verschiedene Eigenschaft, welche wir wahrzunehmen vermöchten.

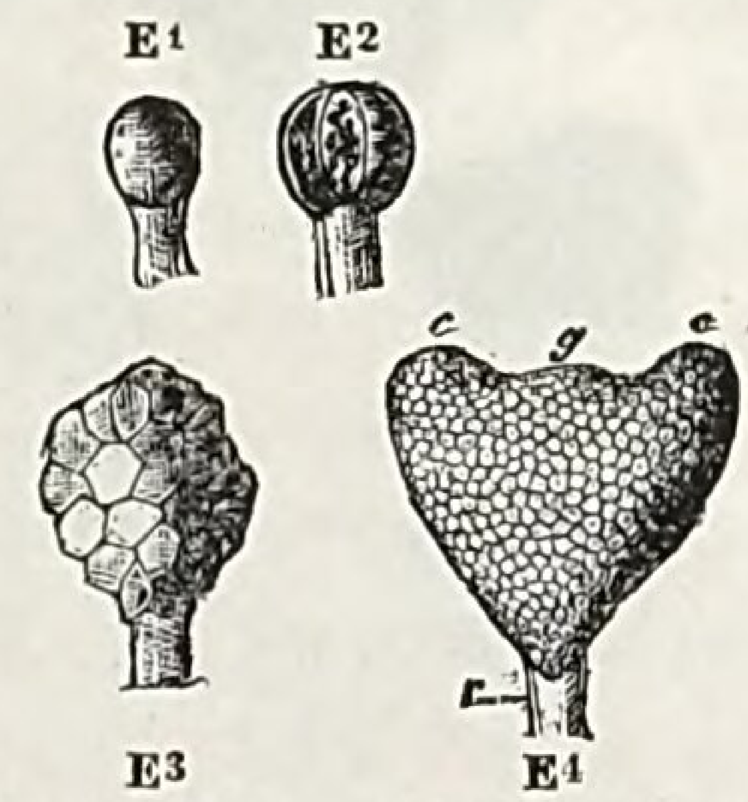


Fig 30. Der Keim des Samens einer Nachtkerze (oder Oenothera).*

*E^1 Der Keim ist eine einzelne Zelle, durch eine andere fadenförmige Zelle an die Mutterpflanze innerhalb des Fruchtknotens angeheftet; E^2 aus der einen Zelle sind mehrere entstanden; E^3 der Keim ist ein Häufchen zusammengedrängter und daher vieleckiger Zellen; E^4 der Keim, aus sehr zahlreichen Zellen bestehend, beginnt die verschiedenen Theile des Samens zu zeigen: *r* die Wurzelspitze, *cc* die Samenlappen, *g* das Samenknöspchen.

II. Klasse. Die Fadenalgen. (Conferven.)

Die sogenannten Sternschnuppen- oder Nostokschleimalgen sind unregelmäßige fleckenförmige, grüne, gallertartige Schleimausbreitungen von geringer, höchstens ½ Linie betragender Dicke und verschiedener, manchmal mehrere Quadratzolle enthaltender Fläche, welche in feuchten Herbst- und Frühlingstagen oder im Sommer bei regnerischen Zeiten, mitunter in großer Menge, auf dem Erdboden gefunden werden (Fig. 31). Jedes derartige Schleimlager ist das Produkt einer zahllosen Menge von Zellen, welche in demselben liegen. Diese Zellen zeigen unter dem Mikroskope

keinerlei wesentliche Verschiedenheit von den einzelligen Wetteralgen, als nur eben die, daß hier stets gewisse Zellen reihenweise in innigerem Zusammenhange stehen. Zahlreiche Zellenreihen liegen, mannigfach untereinander verflochten, in der Schleimmasse. Jede solche Reihe verdankt einer einzigen Zelle ihre Entstehung, welche durch eine Scheidewand sich zu einer Doppelzelle umbildete, aus welcher sich sodann durch fortgesetzte und immer in der gleichen Richtung erfolgende Scheidewandbildung und somit Zellenverdopplung eine immer mehr sich verlängernde Zellenreihe entwickeln mußte, deren einzelne Zellen durch Aufnahme von Regenwasser, in welchem Kohlensäure und Ammoniak niemals fehlen, und welches auf dem Boden eine Spur erdiger Stoffe aufzulösen vermag, sich ernährten und bis zu der Größe der ersten Mutter- oder Keimzelle ausdehnten, zugleich aber eine Schleimschicht auf ihrer Zellenhaut durch Aussonderung ablagerten, die durch Feuchtigkeit aufquillend von allen Zellen zu einer gemeinsamen Masse zusammenfloß. Die einzelnen Zellen trennen sich nicht vollständig von einander, sondern bleiben durch die gerade Scheidewand zusammenhangend, welche zwar doppelt ist, so daß jede Zelle eine vollkommen umschließende Zellhaut besitzt, aber nicht durch eine Schleimaussonderung getrennt erscheint. Irgend eine Zelle der perlschnurförmigen Reihe vergrößert sich stärker als die übrigen und sondert sich von den beiderseits benachbarten Zellen durch eine Schleimaussonderung.

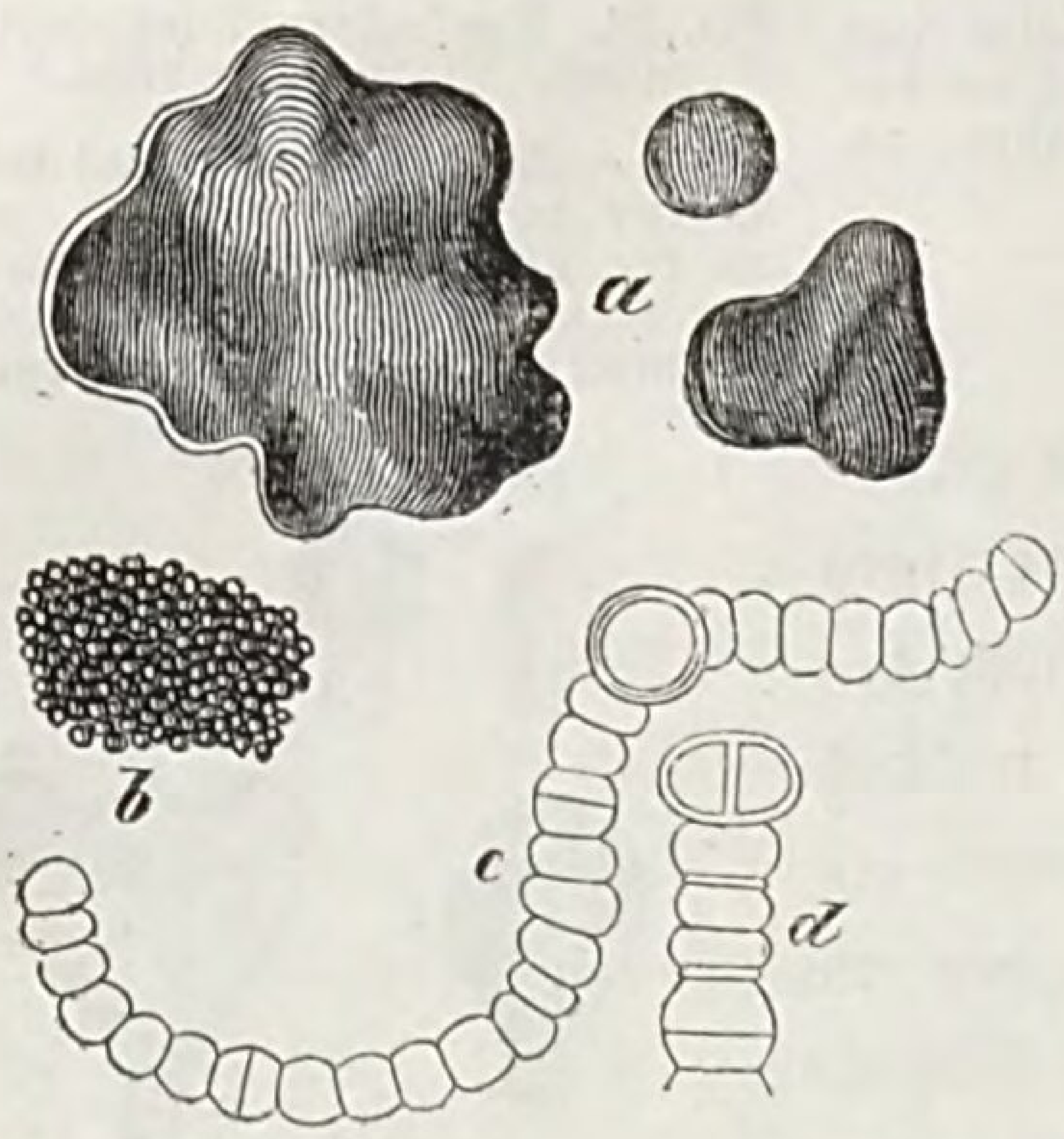


Fig. 31. Die gemeine Nostokschleimalge (Nostoc commune). *

* *a* Einige Schleimlager in natürlicher Größe; *b* ein kleines Stück eines Schleimlagers unter 100-facher Vergrößerung; *c* eine Zellenreihe, stärker vergrößert und in vielfacher Zellentheilung begriffen; eine der Zellen besondert sich; *d* ein Stück einer Zellenreihe mit einer in gekreuzter Richtung sich theilenden Zelle.

Die beiden auf solche Weise getrennten, oft sehr ungleich langen Stücke der Zellenreihe dehnen sich ungestört weiter aus und können sich weiter theilen. Die eine zwischenliegende Zelle aber theilt sich durch eine Scheidewand, welche nach der Länge der ganzen Reihe gerichtet ist, zu welcher die Zelle vorhin gehörte, und es beginnt auf diese Weise die Bildung einer neuen, die frühere Reihe kreuzenden Zellenreihe. Solche Reihen entstehen bei genügender Feuchtigkeit mit großer Schnelligkeit und natürlich in stets sich verdreifachender Zahl, woraus sich die außerordentlich plötzliche Erscheinung derartiger Sternschnuppenschleimlager erklären läßt. Jede Reihe bildet ein zusammengehöriges Ganzes, und unter den Zellen bietet sich der wesentliche Unterschied dar, daß die einen nur zur Vermehrung der Zellen der gleichen Reihe fähig sind, während gewisse andere den Anfang einer neuen Reihe bilden und somit zur Fortpflanzung dieser einfachen Gewächschen dienen können. Ein herabfallender Regentropfen, welcher eine solche Keimzelle oder Sporidie verspritzend aus der Schleimmasse fortschnellt, veranlaßt durch diese leicht die Entstehung einer zweiten ähnlichen Schleimmasse, und so können wenige Stunden nach einem Regengusse deren oft Tausende auf dem Boden verstreut erscheinen.

Die Sternschnuppenschleimalge bildet für das Verständniß von den einzelligen Algen einen leichten Uebergang zu den Fadenalgen. — Fast an jedem Brun-

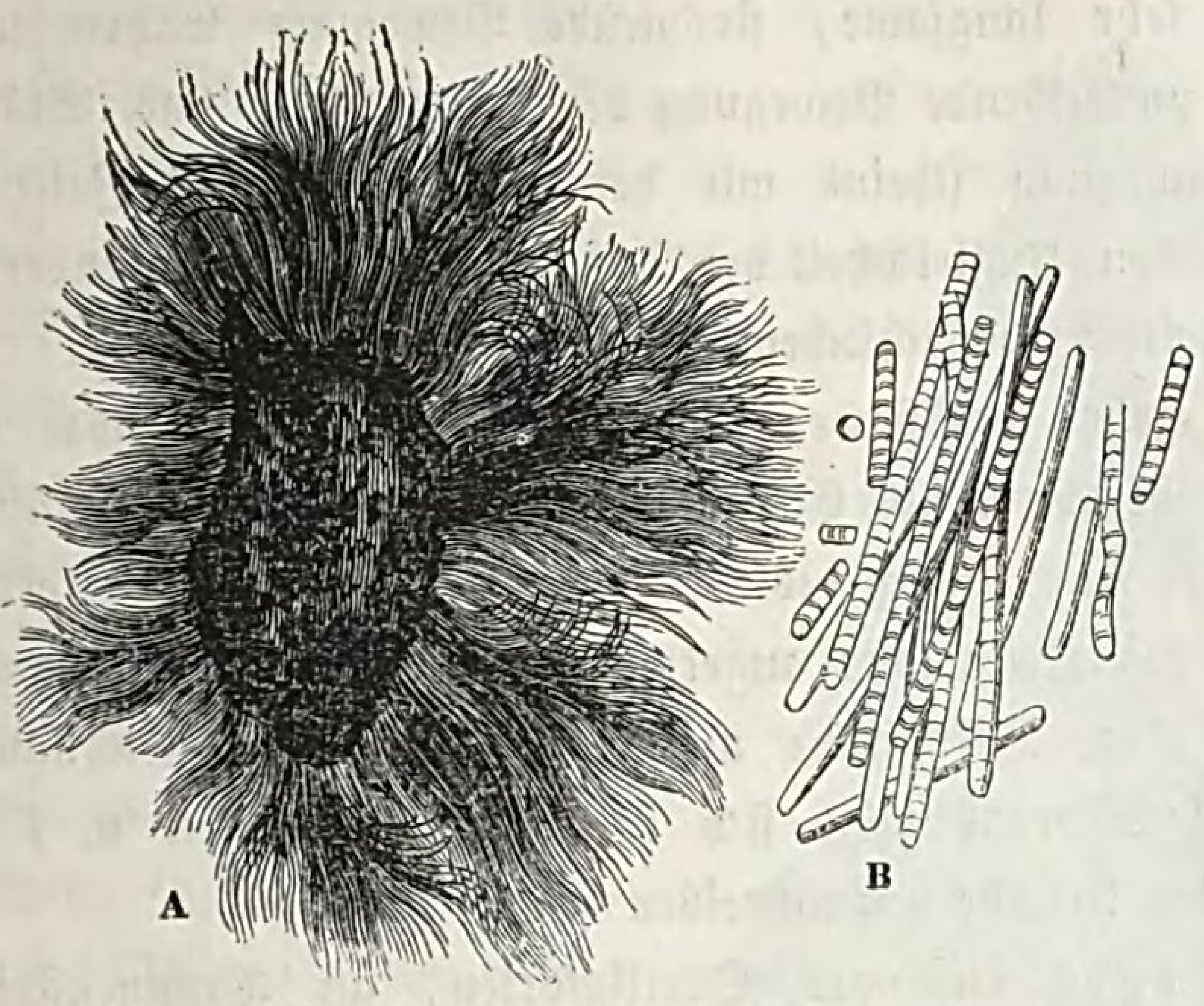


Fig. 32. Schwingfaden (Oscillatoria autumnalis). *

* A Ein mit grüner schleimiger Oscillatorienmasse bedeckter Gossenkoth.
B Ein dem bloßen Auge nicht wahrnehmbares Flöckchen dieser Masse unter zweihundertfacher Vergrößerung.

nen, in Gossen (Fig. 32), Bächen, Teichen und andern Gewässern bemerkt man grüne Schleimmassen, bald in Form von Ballen oder Schweifen, bald in unregelmäßig verbreiteten Flocken, nicht selten auch auf stehenden Gewässern eine dichte schwimmende, durch viele Luftblasen schaumige Decke bildend. Bringt man eine geringe Menge dieses grünen Schleimes in ein Glas mit reinem Wasser, so erkennt schon das bloße Auge in derselben zahllose seidenartig feine, schleimige Fäden. Unter dem Mikroskope haben wir Mühe, die Fäden so zu vereinzeln, daß wir ihre Organisation deutlich zu erkennen vermögen. Es sind glashelle Fäden, innen mit Flüssigkeit gefüllt, in welcher Stärkekügelchen und grüne Clorophyllkörnchen in Menge erkennbar sind; das Innere der Fäden ist durch zahlreiche regelmäßige Scheidewände in viele besondere Abschnitte getheilt; jeder Faden ist an beiden Enden zugerundet und wächst, hier sich ausdehnend, unter regelmäßiger Bildung neuer Scheidewände fort. Von den Sternenschnuppenschleimalgen unterscheiden sich diese Fäden nur durch die Form der einzelnen Zellen, welche nirgend an die ursprüngliche Kugelform erinnern, als an den beiden Enden jedes Fadens, und bei starker Ausdehnung in die Länge, nirgend einen größeren Querdurchmesser haben, als an den Scheidewänden, so daß sie ganz regelmäßig walzenförmige Röhren bilden. — Es giebt eine sehr große Menge verschiedener Gattungen von Fadenalgen. Die einen wachsen frei im Wasser schwimmend, während andere mit ihrem Schleimüberzuge in starken Büscheln zusammen vereinigt am Boden oder an irgend welchen festen Gegenständen festgeheftet sind. Die einen erreichen stets nur eine geringe Länge, während andere sich, ohne daß ihre Dicke deßhalb zunähme, mehrere Schuhe lang ausdehnen. Die einen haben nur einfache Fäden, während bei andern einzelne Zellen Seitenauswüchse erzeugen, welche durch Scheidewandbildung zu besonderen Seitenzellen und durch weitere Ausdehnung und Bildung neuer Scheidewände zu Seitenfäden entwickelt werden, so daß mannigfache Fadenknäuel und Verästelungen entstehen.

Der Zellensaft der Fadenalgen ist meistens farblos und erscheint nur durch die in ihm verstreuten Chlorophyllkügelchen grün, oder, wenn statt des Chlorophylls ein anderer Farbstoff vorhanden ist, wie solches bei einigen im Meerwasser wachsenden Conferven regelmäßig der Fall zu sein pflegt, roth. Bei manchen Gattungen ist statt des Chlorophylls das nicht an Kügelchen oder Körnchen gebundene, sondern unter der Zellhaut als eine allgemeine Schicht oder strichweise verbreitete Phycochrom von grüner, gelber, rother oder bläulicher Farbe vorhanden. Der ganze Zelleninhalt läßt mitunter während des lebhaftesten Wachsthumes der jungen

Zellen eine deutliche, freilich sehr langsame, strömende Bewegung wahrnehmen, welche sich besonders durch eine umtreibende Bewegung der Chlorophyll- und Stärkekörnchen kund gibt. Diese Bewegung scheint mit der Ungleichheit der Zellhaut, und mit der daraus hervorgehenden Ungleichheit der Auffaugung und Aussonderung an verschiedenen Punkten der Zelle in ursächlichem Zusammenhange zu stehen. Bei völlig ausgebildeten und nicht mehr wachsenden Zellen beobachtet man zwar eine solche Bewegung nicht mehr, wohl aber, als Erfolg einer solchen, eine regelmäßige, mitunter ring- oder spiralförmige Anordnung des Chlorophylls und der Stärkekörnchen, welche an der Wandung der Zelle wie angeklebt haften. Diese Anordnung des Chlorophylls bietet unter dem Mikroskope meistens sehr artige Zeichnungen dar (Fig. 34). Auch das Phykochrom zeigt sich in Gürteln, Flecken u. s. w. abgelagert, welche einer ähnlichen Ursache zuzuschreiben sind.

Die sogenannten Schwingfäden oder Oscillatorien, an Brunnensteinen und in Gossen, wie auch in Bächen, selbst in heißen Quellen, wo sie den sogenannten Badeschleim bilden, sehr häufig als schwarzgrüne oder bläulichgrüne Schleimflocken bemerkbar, zeichnen sich durch höchst eigenthümliche pendelartige oder spiralig zuckende Hin- und Herbewegungen der ganzen Fäden während ihres Wachsthumes aus. Obgleich die Ursache dieser sonderbaren Bewegungen noch nicht genügend erklärt ist, so scheint dieselbe doch mit dem Wachsthume der Zellen in sehr engem Zusammenhange zu stehen. — Bemerkenswerth ist der angenehme Veilchenduft, welchen die sogenannten Veilchenalgen (Amphiconium rupestre) verbreiten. Diese Pflänzchen bilden einen geringen, zumal im trockenen Zustande kaum bemerkbaren Ueberzug an Felsen, von welchen man Bruchstücke unter dem Namen Veilchensteine nicht selten in den Händen von Gebirgsreisenden findet.

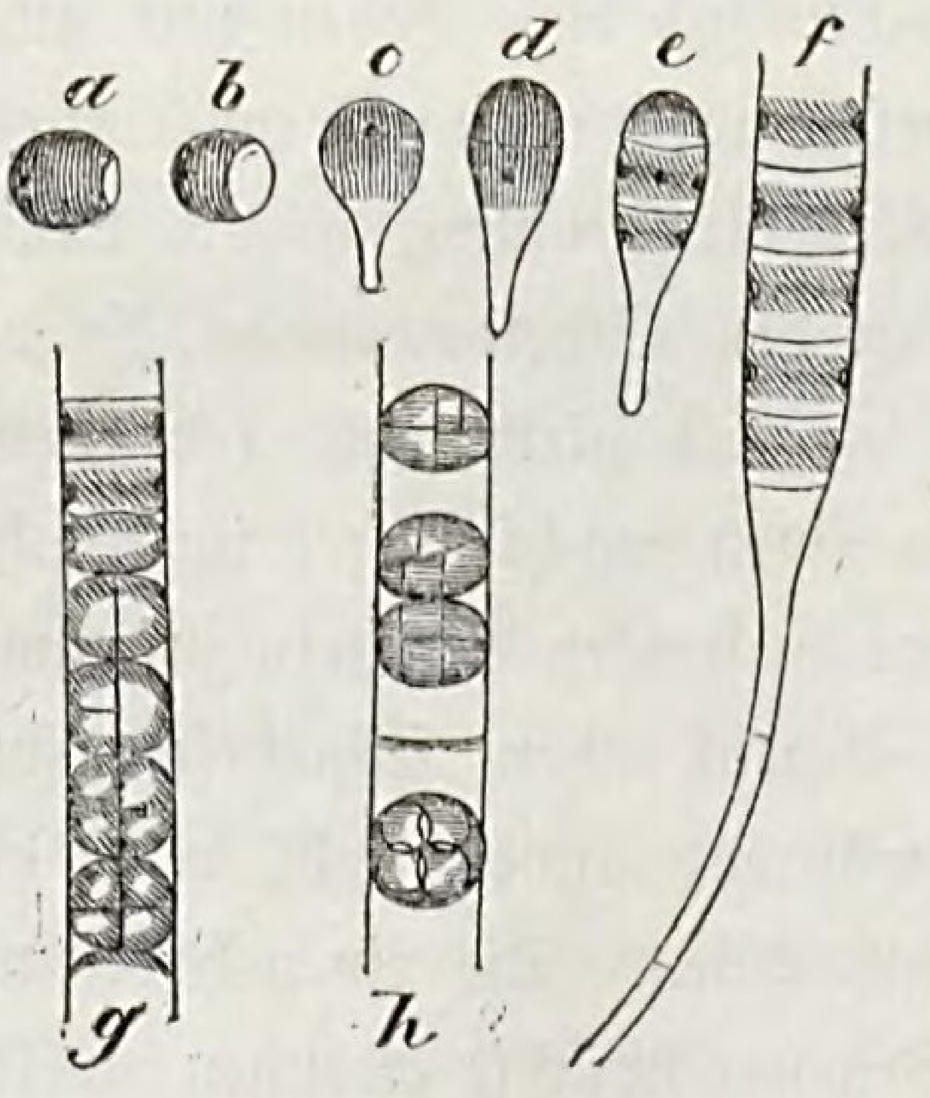


Fig. 33. Die Entwicklung und Fortpflanzung der wollhaarähnlichen Gürtelconferve (Ulothrix zonata) in 200facher Vergrößerung. *

* *a* Eine Keimzelle mit einem rothen sogenannten Augenpunkte und klarer Keimungsstelle; *b* dieselbe, bei beginnender Entwicklung; *c* dieselbe mit wurzelähnlichem Auswuchse; *d* junge Pflanze, aus zwei Zellen bestehend; *e* dieselbe dreizellig; *f* der untere Theil einer ältern Pflanze mit gürtelförmig liegendem grünem Farbstoffe und Kügelchen, welche wahrscheinlich aus Stärke bestehen; *g* Stück eines Fadens, in welchem die Keimzellenbildung begonnen hat; man sieht oben noch unveränderte Zellen, weiter unten solche, welche sich eiförmig absondern, senkrecht und wagerecht theilen; *h* die Keimzellenbildung, theilweise schon vollendet; einzelne Mutterzellen sind schon entleert. —

Die Fortpflanzung der Wasserfäden geschieht auf verschiedene Weise, ist indessen bei manchen Gattungen noch keineswegs beobachtet. Einzelne Zellen eines Fadens (Fig. 33), mitunter eine ganze Reihe von solchen, runden sich kugelig und lösen sich dabei fast ganz aus der Berührung der Nachbarzellen, ohne jedoch die gemeinsame Schleimhülle des Fadens zu verlassen, und bekommen Scheidewände, wie wenn sie sich theilen wollten. Bevor aber die beiden Zellenhälften sich trennen, zeigen sie in querer Richtung, bald beide zugleich, bald die eine bevorzugt, eine neue Scheidewand. Auch die hiedurch entstandenen drei oder vier Zellenräumchen können sich noch wieder theilen, und jeder einzelne Raum bildet sich wirklich zu einer besondern Zelle aus und nimmt, sich völlig von den Nachbarzellen sondernd, eine kugelige oder eiförmige, nur stellenweise durch die Zusammendrängung ein wenig abgeplattete Form an, so daß schließlich in einer Zelle des Fadens drei, vier, fünf oder mehr kleine

Zellen sich eingeschlossen befinden. Diese Zellen sind **Keimzellen**; sie verlassen die Mutterzelle, indem sie diese durch ihr Wachsthum sprengen, und werden dann jede der Anfang eines neuen Fadens. — Bei manchen Gattungen bildet sich eine Keimzelle in gewissen seitenständigen Zellen, welche, anstatt zu einem Aste auszuwachsen, kugelig anschwellen, die Keimzelle in sich entstehen lassen und dann, sich auflösend, derselben den Austritt gestatten. — Bei andern geht eine vollständige Conjugation der Keimzellenbildung voraus (Fig. 34). Zwei neben einander liegende Fäden bekommen Anschwellungen oder Ausbauchungen an je einem oder mehreren Paaren sich berührender Zellen, und diese Ausbauchungen wachsen so zusammen, daß beide Fäden stellenweise vereinigt erscheinen. Der Inhalt jedes verbundenen Zellenpaares, besonders bemerkbar die Masse der Chlorophyllkügelchen, ballt sich zu einem Kerne zusammen, bekommt eine Zellhaut und verläßt als Keimzelle die sich auflösende Mutterzelle.

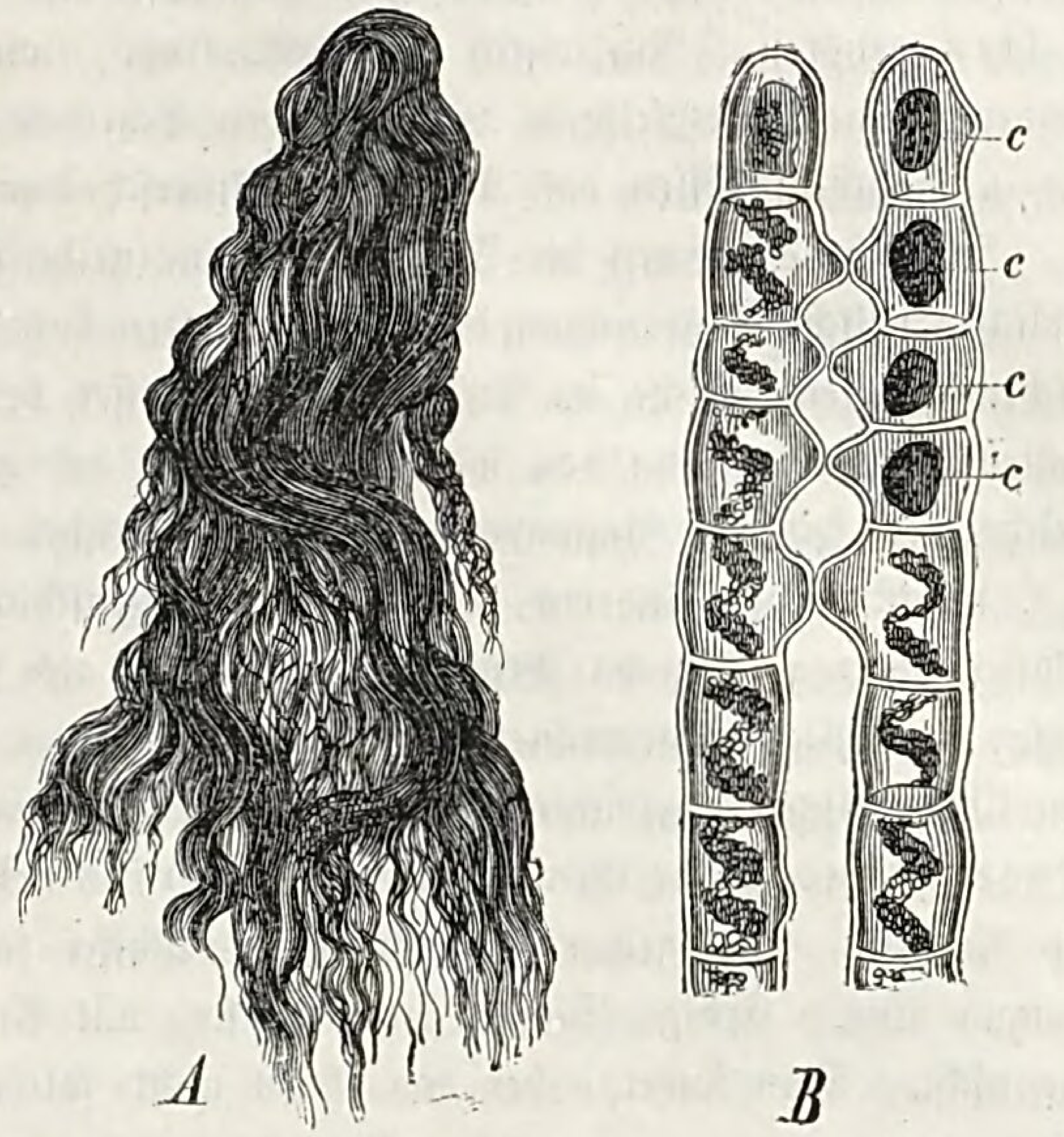


Fig. 34. Die leiterförmige Zickzackconferve (**Zygnema quininum**).*

* **A** Ein Büschel schleimiger Fäden von der Oberfläche eines Teiches. **B** zwei Fadenenden, deren mit spiralig liegenden Chlorophyll- und Stärkekörnchen gefüllte Zellen zum Theil in der Copulation begriffen sind; 400fach vergrößert; *c* Zellenkernmassen, um welche die Keimzellen sich bilden.

Die **Keimzellen** oder **Sporidien** vieler Fadenalgen (Fig. 25) zeigen nach dem Austritte aus der Mutterzelle sehr lebhafte Bewegungen, welche hier zwar nicht durch einen allgemeinen Wimperüberzug der Zellhaut, wohl aber durch zwei oder vier Wimperfäden oder durch einen Gürtel von solchen scheinbar bewirkt werden. Man hat dieselben daher oft für Infusionsthiere angesehen und wohl gar rothfarbige Oeltröpfchen, welche sich in denselben zeigen (Fig. 33, a) für Augenpunkte angesehen. Bei der Keimung entwickeln manche, indem sie sich festsetzen, eine fadenförmige Verlängerung, in welcher sich einzelne Scheidewände erzeugen, und welche einer Wurzel nicht unähnlich ist, übrigens aber keineswegs die Bedeutung besitzt, wie bekanntlich die Wurzeln vollkommenerer Pflanzen, die Auffaugung der Nahrung für das ganze Gewächs zu verrichten.

Die Fadenalgen unterscheiden sich von denjenigen einzelligen Algen, welche in regelmäßigen Gruppen zusammenhangen und so ein gemeinsames Ganzes ausmachen, nur dadurch, daß bei jenen **jede einzelne Zelle** fähig ist, eine Fortpflanzungszelle zu sein, oder vielmehr zwischen Vermehrung der Zellen und Fortpflanzung überall kein wesentlicher Unterschied stattfindet, während bei den Fadenalgen doch wenigstens immer **eine Zelle**, die Keimzelle selbst, oder **mehrere solche zur unmittelbaren Bildung von Keimzellen unfähig sind**, so daß zu einem

selbstständigen, fortpflanzungsfähigen Gewächse also immer **wenigstens mehrere Zellen** gehören. Nur durch dieses Merkmal, sowie durch den stets damit verbundenen eines Wechsels in der Lage der Scheidewände, welche sich bilden, bietet sich in manchen Fällen das Mittel zur Unterscheidung.

Absterbend nehmen die Fadenalgen eine gelbe Farbe an, welcher an der Luft endlich gänzliche Ausbleichung folgt. Nicht selten findet man auf Wiesen im Sommer an solchen Stellen, welche im Frühlinge mit Wasser bedeckt waren, einen papier- oder wattenartigen Ueberzug von weißen, hie und da grüngelben oder braunen Fäden, welche der feinsten Baumwolle ähneln. Solches „Wiesenpapier, Himmelstuch“ u. s. w. ist nichts Anderes, als die Fadenalgenschicht, welche als dichte Decke das Wasser überzog oder am Grunde desselben sich als schleimiger Schlamm abgelagert hatte, in völlig ausgetrocknetem und ausgebleichtem Zustande, meistens mit vielen einzelligen Algen, besonders auch Diatomeen, vermengt. — An der Bildung des **Modergrundes** der Gewässer und des **Torfes** nehmen die Fadenalgen sehr wichtigen Antheil. Sie gehen nämlich unter Wasser faulend in braunen Moder oder Humus über. Erdige Stoffe enthalten sie, mit Ausnahme weniger Kalkerde, fast gar nicht. Man findet daher von ihnen nicht solche fossile Spuren, wie von den Diatomeen.

III. Klasse. Die Tange.

Der **gemeine Blasentang** (Fig. 35), welcher an unsern Seeküsten an allen Steinen hangt, so weit die Flut dieselben bespült, ist wohl das bekannteste Beispiel der fast ausschließlich dem Meere angehörigen Algen, welche man mit dem Namen der **Tange** belegt. Die Anfänge dieser Pflanze bestehen immer in einem Zellenhäufchen, welches sich aus einer Keimzelle entwickelt, und welches, indem

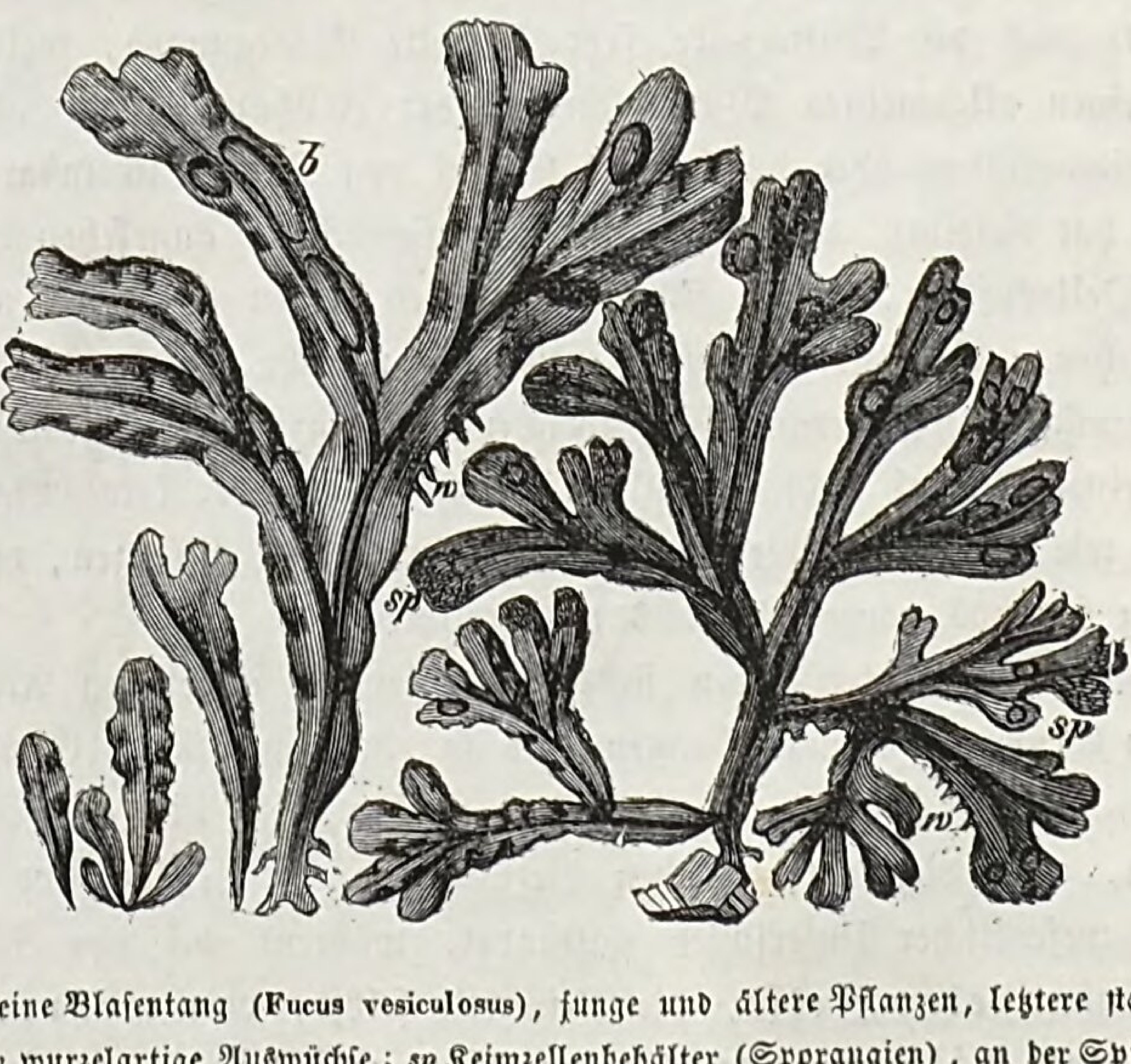


Fig. 35. Der gemeine Blasentang (Fucus vesiculosus), junge und ältere Pflanzen, letztere stark verkleinert. *

* *b* Blasen; *w* wurzelartige Auswüchse; *sp* Keimzellenbehälter (Sporangien), an der Spitze mancher Lappen durch Pünktchen bemerkbar.

die einzelnen Zellen in verschiedenen, vorzugsweise aber in einer Haupt- und einer Nebenrichtung, sich durch Scheidewände verdoppeln, bald einen blattähnlichen Lappen darstellt, dessen Anfang mehr oder weniger stielartig erscheint. Da, wo die erste Zelle an einem festen Gegenstande anklebte, bildet sich ebenfalls eine, meistens sehr unregelmäßige, Zellenmasse, welche sich an den Gegenstand anschmiegt und mitunter eine fast wurzelartige Form annimmt. Der blattartige Lappen, das sogenannte Laub oder der Wedel der Alge, wächst unbegrenzt fort, theilt sich aber bald hier bald da gablig, so daß eine vielfach zertheilte Blattform entsteht. Eine solche Pflanze besitzt eine fast lederartige Zähigkeit; die einzelnen Zellen, besonders diejenigen, welche die äußere Schicht bilden, sind von ziemlicher Festigkeit und mehr oder weniger innig durch eine knorpelige gallertartige Schleimmasse zusammengeleimt. Man unterscheidet eine dichtere und festere Rindenschicht und eine lockere und weichere Markschicht, welche letztere von der ersteren ganz umhüllt und also nur auf einem Durchschnitte sichtbar ist. Die inneren Zellen sind fast farblos, die äußeren dagegen mit dunkelolivgrünem Farbstoffe versehen. Da die Menge des zwischen den Zellen durch die Aussonderung derselben angehäuften Schleimes, des sogenannten Zwischenzellenstoffes, sehr bedeutend und durch die Aufquellung im Wasser noch auffallender ist, so liegen die Zellen sehr weit von einander getrennt (Fig. 36). In der Mittellinie der Lappen sind die Zellen stärker angehäuft und bilden so eine Art von Leiste oder Blattrippe in denselben, welche der ganzen Länge nach verläuft und bei jeder Theilung sich gabelt. An den Spitzen der einzelnen blattartigen Lappen des Wedels, und zwar auf beiden Flächen desselben, bilden sich einzelne Zellen der Rindenschicht stärker aus und werden zu Mutterzellen, in welchen eine Anzahl anderer Zellen entstehen, welche letztere Sporidien sind, weßhalb die Mutterzellen, in welchen sie entstehen, auch wohl Sporidienbehälter oder Sporangien genannt werden. Gewöhnlich bildet sich in einem Sporangium eine ziemliche Anzahl von Zellen von denen jedoch die meisten sich zu leeren fadenartigen Schläuchen, den sogenannten Paraphysen, umgestalten, während inner-

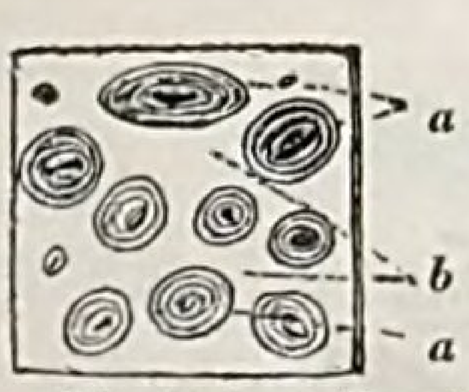


Fig. 36. Ein kleines Durchschnittsstück vom Zellgewebe eines Tanges (Himanthalia lorea).*

* *aa* Zellen; *b* Zwischenzellenstoff.

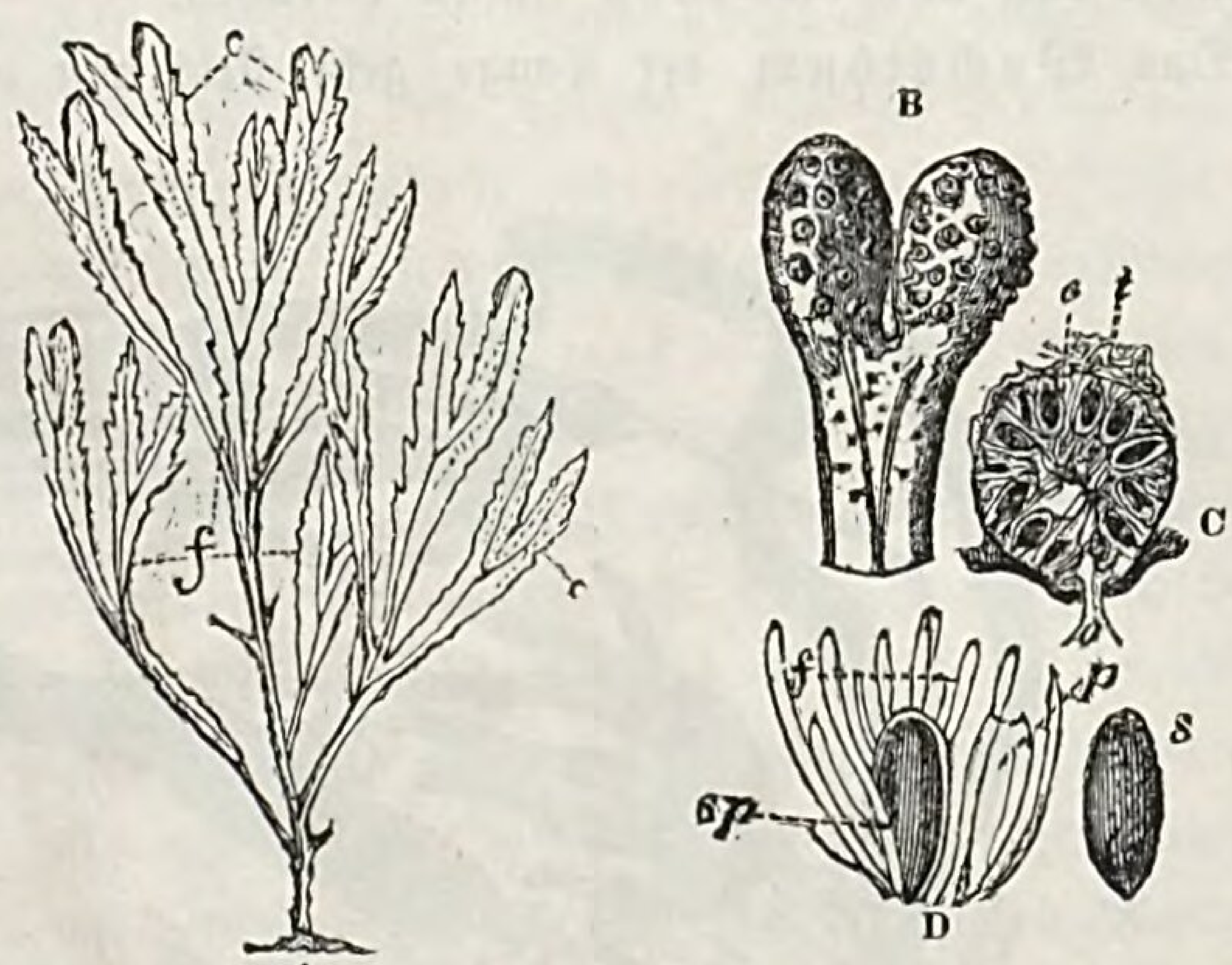


Fig. 37. Der sägeblättrige Tang (Fucus serratus) und seine Fortpflanzung.*

* A Die ganze Pflanze stark verkleinert; *f* der Wedel oder das Laub; *cc* Keimzellenbehälter, an den Spitzen der Lappen durch Pünktchen bemerkbar.

B Die Spitze eines Lappens in natürlicher Größe.

C Senkrechter Durchschnitt eines Behälters, vergrößert; *t* Zellgewebe, worin der Behälter liegt; *c* Behälter mit vielen Keimzellen und Paraphysen; *o* Mündung, durch welche das Sporangium sich nach außen öffnet.

D Sporidien, von denen die eine, *sp*, noch in ihrem Mutterschlauche liegt, umgeben von Paraphysen *f*; *s* eine einzelne Sporidie, aus dem leeren Mutterschlauche *p* ausgeschlüpft.

halb gewisser anderer eine stärkere Kernmasse sich ansammelt und mit einer besondern Zellhaut umgibt, so daß die hiedurch gebildete Sporidie, deren Farbe schwärzlich-grün zu sein pflegt, in der ersten Zellhaut wie in einem Schlauche liegt (Fig. 37, sp). Beim Blasentange und manchen ähnlichen Gattungen erkennt man die Lage der Sporangien leicht an punktförmigen Wärzchen, mit welchen diese durch ihre stärkere Ausbildung theils in die Markschicht eingesenkten, theils oberflächlich hervorragenden Zellen (c), sich zwischen den übrigen Rindenzellen hervordrängen und endlich sogar mit einer kleinen Mündung (o) öffnen, durch welche sodann die ihre Specialschläuche (p) sprengenden und zurücklassenden Sporidien (s) herausschlüpfen.

Seinen Namen verdankt der Blasentang blasenartigen Höhlungen in der Zellenmasse der Lappen des Wedels, welche durch eine Trennung der Zellenschichten entstehen und äußerlich durch ziemlich große Auftreibungen bemerkbar sind. Irgend ein, noch nicht näher untersuchter, luftförmiger Stoff wird durch die Zellen ausgesondert und sammelt sich, da die Dichtigkeit des Gewebes ihm nicht verstattet, durch die Rindenschicht zu entweichen, innerhalb der Markschicht und treibt diese, eine Höhlung bildend, auseinander.

Die Organisation aller Tange ist im Wesentlichen derjenigen des Blasentanges gleich. Die Form des Wedels (Fig. 38) wechselt außerordentlich ab — bald ist dieselbe peitschen- oder schnurförmig, bald riemenförmig, bald plattenförmig mit vielen langen lappenartigen Zertheilungen, bald wieder steht auf einem langen seilförmigen Stiele ein Büschel breiter riemenartiger Lappen, oder ein birnförmiger Kolben mit einer Krone klafterlanger Wedel. Bald hangt das ganze Gewächs mit einer wurzelähnlichen Ausbreitung oder mit fadenähnlichen Klammern am Boden fest, bald ist keine solche Anheftung vorhanden. Bald findet sich eine Mittelrippe, bald fehlt solche. Die Sporangien sind bald tief in die Markschicht eingezwängt, bald treten sie ganz aus der Rindenschicht hervor und erscheinen dadurch mitunter wie gestielt; bald sind sie einzeln im Gewebe verstreut, bald gruppenförmig vereinigt. Einige Tangarten erreichen nur die Größe weniger Zolle, während andere eine Länge von 500 bis 1500 Fußen erreichen. —

Das Wachsthum der Tange geht stets von den am Ende des Wedels



Fig. 38. Verschiedene Tange, auf dem Meeresgrunde wachsend.

befindlichen Zellen aus, welche meistens sehr klein und farblos zu sein pflegen. Der Fuß oder Stiel der Pflanze besteht dagegen aus Zellen, welche sich weder vermehren, noch auch irgend weitere Lebensverrichtungen wahrnehmen lassen, insbesondere auch keiner Auffaugung von Nahrungsstoffen mehr fähig, sondern meistens mit stark verdickten Wandungen versehen sind. Andere, jüngere, aber auch nicht mehr in der Vermehrung begriffene Zellen verrichten vorzugsweise die Auffaugung, wozu sie durch die Beschaffenheit, welche der Zelleninhalt in ihnen bereits erlangt hat, ohne Zweifel befähigter sind, als die jüngeren Zellen, welchen die Nahrungsstoffe von Zelle zu Zelle vermittelst der Endosmose und Exosmose zugefördert werden. Einige Tange besitzen fadenartige Anhängsel, meistens in der Nähe des Fußes oder auch an den Lappen des Wedels, welche als wahre Wurzeln zu betrachten sind, indem sie aus Zellen bestehen, welche durch besondere Beschaffenheit zur Auffaugung vorzugsweise geeignet sind. Obgleich die allermeisten Tange ihre ganze Nahrung nur aus dem Wasser aufnehmen, so scheint es doch, als ob einige Gattungen wenigstens theilweise vermittelst solcher Wurzelfäden ihre Nahrung aus dem Erdboden des Meeresgrundes, in welchem sie festhaften, zu suchen gezwungen seien.

Großes Interesse bieten die Substanzen dar, aus welchen die Tange bestehen. Die Zellhaut derselben ist stets sehr dick und aufgequollen und besteht nicht aus der gewöhnlichen Cellulose, sondern einer eigenthümlichen Modifikation derselben, dem sogenannten Gelin oder der Pflanzengallerte, welche sich von der Cellulose, mit welcher sie eine völlig isomere Mischung besitzt, dadurch unterscheidet, daß sie mit Wasser, auch nachdem sie zu einer hornartigen Festigkeit zusammengetrocknet war, wieder zu einer zitternden Gallerte aufquillt. Vom Stärkemehl unterscheidet sie sich dadurch, daß sie von Jod nicht blau gefärbt wird; übrigens kann sie, wie jenes, als Nahrungsmittel für Menschen und für das Vieh, besonders Schafe und Rinder, benutzt werden, weßhalb man an Meeresküsten die Tange großentheils zu verzehren pflegt. Wegen der milden Beschaffenheit, welche die ganze Pflanze gekocht annimmt, dienen sie hie und da als diätetische Mittel. Innerhalb der Zellen sind wirkliche Stärkeförnchen vorhanden. Aber noch eine andere Substanz derselben isomeren Gruppe bildet sich in den Tangen, nämlich Krümelzucker. Der mitunter mehrere Klafter lange, handbreite und in frischem Zustande wohl 1 Linie dicke Riementang, welcher an unsern Küsten der Nordsee, besonders auf den Inseln, in ungeheuren Massen von den Wellen auf den Strand geworfen wird, bedeckt sich trocknend mit einem weißlichen Pulver, sogenanntem Mannazucker, welcher dieser Pflanze, wegen ihres besondern Reichthums an dieser Substanz, den Namen Zuckertang zugezogen hat. — Man würde sehr irren, wenn man glauben wollte, daß die Tange, diese im Meerwasser, welches so reich an verschiedenen mineralischen Salzen ist, wachsenden und ganz von Wasser durchdrungenen, ja ihrem größten Gewichtstheile nach aus solchem bestehenden Pflanzen, jene nämlichen mineralischen Salze und in demselben Verhältnisse enthielten, wie das Meerwasser. Jede Pflanzenzelle hat die, bislang für uns noch unerklärbare, Eigenschaft, von allen sie umgebenden Stoffen nur gewisse, bestimmte, ihr zusagende aufzunehmen und, wo solche in Mischungen sich befinden, welche der Zelle nicht entsprechen, diese Mischungen aufzulösen und neue, abweichende Mischungen zu veranlassen, die überflüssigen Stoffe aber wieder auszuscheiden. Dürfen wir gleich vermuthen, daß

alle diese Vorgänge nur auf ganz bestimmten chemischen Wirkungen beruhen, so sind wir doch bislang um so weniger im Stande, diese und ihre ganze Reihenfolge und Wechselwirkung zu entziffern, als die Substanzen, welche die wesentlichen Bestandtheile der Pflanzenzellen bilden, ihrer Hauptmasse nach immer aus den wenigen dreien oder vieren, zum Theil gar nur aus zweien, Elementarstoffen bestehen und obendrein noch großentheils so räthselhafte Isomerieen sind, und die Verbindung, in welcher die übrigen, aus dem Mineralreiche entnommenen, Elementarstoffe, welche bald nur spurenweise, bald in auffallender Menge als Aschenbestandtheile in den Pflanzen angetroffen werden, theils unter sich, theils mit den übrigen Substanzen sich befinden mögen, noch keineswegs genügend bestimmt werden kann. Das Seewasser enthält in 1000 Theilen 24 bis 26 Theile Chlornatrium (Kochsalz), 2 bis 5 Theile Chlormagnesium, 1 bis 2 Theile Chlorkalium, 1 bis 2 Theile schwefelsauren Kalk (Gyps), und außerdem mehr oder minder wahrnembare Spuren von schwefelsaurem Natron (Glaubersalz), kohlensaurer Kalk- und Talkerde, kohlensaurem Eisen- und Manganoxydul, phosphorsaurem Kalke und von Jod- und Bromkalium, und Jod- und Bromnatrium nebst Ammoniak und Kohlensäure, sowie vielen verfaulenden organischen Substanzen. In hundert Pfunden getrockneter Tange findet man 15 bis 20 Pfunde Aschenbestandtheile, und in hundert Theilen von diesen 20 bis 25 Theile Kali und Natron, welche beiden Stoffe in einem gegenseitigen Verhältnisse stehen, 14 bis 24 Theile Kalkerde und Talkerde, 1/4 bis 1/2 Theil Eisenoxydul, 2 bis 4 Theile Phosphorsäure, 12 bis 24 Theile Schwefelsäure, 16 bis 18 Theile Chlornatrium, 1 bis 4 Theile Jod- und Bromnatrium und Bromkalium, und stets eine deutliche 1/2 bis 1 1/2 Theile betragende Menge von Kieselerde, welche im Meerwasser in so geringer Spur vorhanden ist, daß ihre chemische Nachweisung nicht gelingt. Die Asche der Tange besteht, da beim Verbrennen sich viel Kohlensäure bildet, fast ganz aus kohlensaurem Kali und Natron, der sogenannten Pottasche oder Soda, welche letztere wirklich durch einen einfachen Reinigungsprozeß aus der rohen Tangasche, dem Kelp, bereitet wird — ein Verfahren, welches früher einen reichen Gewinn für manche Küstenlandschaften abwarf, während es jetzt durch andere Gewinnungsweisen der Soda bei Seite gedrängt wird. Besonders wichtig aber ist die Tangasche durch die verhältnißmäßig reichliche Menge von Jod und Brom, welches dieselbe enthält. Das Jod und Brom, an Natrium gebunden, als Jodnatrium und Bromnatrium, ist neben dem Chlornatrium, unserem gemeinen Kochsalze, in geringer Beimischung in den Soolquellen und ebenso im Meerwasser aufgelöst enthalten. Die Tange sammeln gerade diese Stoffe in sich vorzugsweise auf und geben dadurch zur zweckmäßigsten und massenhaftesten Gewinnung derselben Gelegenheit, welche für uns von um so größerer Wichtigkeit ist, als nicht nur besonders das Jod ein für die Chemie unentbehrliches und auch in der Botanik als Erkennungsmitttel der Stärke häufig angewandtes Reagens und ein ausgezeichnet wohlthätiges Arzneimittel darbietet, sondern auch beide, zumal das Brom, in neuerer Zeit in der Technik, unter Anderem bei der Anfertigung der Daguerrotypen oder Lichtbilder wichtige und unersetzliche Anwendung gefunden haben. So ist die Tangasche, in welcher das Jod zuerst entdeckt worden und aus welcher es noch jetzt fast ausschließlich gewonnen wird, ein wichtiges Produkt. Manche Gegenden, wo das Meer ganze Berge

von Tangen auswirft und diese als einziges Brennmaterial der Küstenbewohner benutzt werden, liefern ungeheure Mengen desselben.

Von Tangen wimmelt das ganze Meer in einem breiten Saume um alle Inseln und Festländer, und mitten im offenen Oceane schwimmen ungeheure Wiesen freiwachsender Tange. Fährt man bei stiller See über solche Gegenden, wo das Auge durch die klare Fluth den Grund zu erreichen vermag, so erblickt man bezaubert alle Schönheiten eines Gartens. Ueppig mit tausend mannigfaltigen Gestalten, theils dem Boden sich anschmiegend, theils mit krausen Laubbüscheln emporragend, theils lang heraufgestreckt und mit wallenden Wedeln der Bewegung des Wassers folgend, stehen die Tange in dunklerem und hellerem Grün, mitunter im prachtvollsten Gelb und Roth glänzend im Wiederscheine des Lichtes und schimmernd im Spiele der Wellen. — Zwischen den Azorischen Inseln und der Bank von Neufundland liegt die sogenannte Sargassosee oder Tangwiese — eine Meeresfläche von vielen tausend Quadratmeilen, welche so dicht mit dem schwimmenden Sargassum oder Beerentange bedeckt ist, daß die Schiffe in ihrem Laufe aufgehalten werden. Millionen von Seethieren der verschiedensten Klassen nähren sich von diesen Pflanzenmassen, welche mit großer Raschheit wachsen und wieder vergehen. Wenige Monate genügen zur völligen Ausbildung selbst der riesigsten unter diesen Gewächsen.

Während die einzelligen Algen und die Fadenalgen erst in einigen Gegenden der Erde näher untersucht worden sind, und die wirkliche Kenntniß derselben erst im Beginnen und bislang das Eigenthum weniger, ganz der Untersuchung derselben gewidmeter Gelehrter ist, und während dieselben daher bislang noch nicht mit genügender Deutlichkeit die Regeln verrathen konnten, nach welchen dieselben über die verschiedenen Gegenden, die Höhen und Tiefen der Erde verbreitet sind, haben die Tange, obgleich bislang auch nur zum kleinen Theil weiter als ihrer äußern Form nach bekannt, doch schon wenigstens einige Grundzüge der Anordnung erkennen lassen, welche die Natur ihnen angewiesen hat. In den kältesten Meeren, in der Nähe beider Pole, ist ihre Mannigfaltigkeit und Größe gering, in den mildern Gegenden entwickeln sie sich in größerer Fülle der Arten und des Wachsthumes, und die Nähe der heißen Zone erzeugt die gewaltigsten Formen, die wechselndste Verschiedenheit und die maßloseste Menge derselben, während unter der heißen Zone selbst bei Weitem verminderte Verhältnisse eintreten. Die tiefsten Tiefen des Oceans sind von Tangen, vielleicht überall von organischem Leben, leer und öde, aber an den Abhängen des Festlandes und auf den Untiefen, so weit das Sonnenlicht seine belebenden Strahlen zu senden vermag, sprossen sie, sich anklammernd, wie an der Oberfläche der Hochsee schwimmend, in reicher Ueppigkeit Alles begrünend, empor.

Kaum ist ein Zweifel, daß in den tiefsten Gründen der Meere gewaltige Anhäufungen verfaulender Tange im Laufe der Zeiten mehr und mehr sich ablagern. In Meeresbusen kennt man hie und da solche Massen von bedeutender Mächtigkeit. So müssen untermeerische Torfbildungen (Varektorfe) entstehen, zu welchen sich das festere Material zahlloser Bäume gesellt, welche von den Strömen aus dem Festlande fortgerissen und in das Meer geschwemmt, allmählig durch das eindringende Wasser und die beginnende Fäulniß schwerer werden und zu Grunde sinken. Vielleicht sind manche Torf-, Braunkohlen- und Steinkohlenlager, welche gegenwärtig zwischen Erd- und Steinschichten auf dem Festlande den Wohlstand der Menschen

begründen, auf diese Weise entstanden. Freilich waren die Tange wenig geeignet, wo sie massenweise verfaulten, irgend erkennbare Spuren ihrer Natur zu bewahren. Aber in geschichteten Gesteinen aller Perioden der Erde sind deutliche Abdrücke unzweifelhafter Tange, sogenannte Fucoiden, nicht selten, und einer Schichtenreihe der Kreideformation, welche in den Alpen und dem ganzen Süden Europas mit besonderer Beschaffenheit auftritt, hat die Häufigkeit derselben die Benennung des Fucoidenschiefers zugezogen.

IV. Klasse. Die Flechten.

Die Flechten (Fig. 39) sind Algen, welche außerhalb des Wassers, an Felsen, auf dem Erdboden oder an Bäumen wachsen; alle die hautartigen, lappigen oder krustenähnlichen Schörfe, welche fast überall an alten Mauern, an selten berührten Klippen, an alten Baumstämmen, bald dicht angeschmiegt, bald in Fasern oder laubartigen, grauen, gelben oder schmutzig graugrünen, oder schwärzlichen Lappen herabhangen und oft gleichsam Bärte an den Zweigen bilden, gehören zu dieser Klasse von Algen, welche man zum Unterschiede auch wohl Luftalgen zu nennen pflegt.

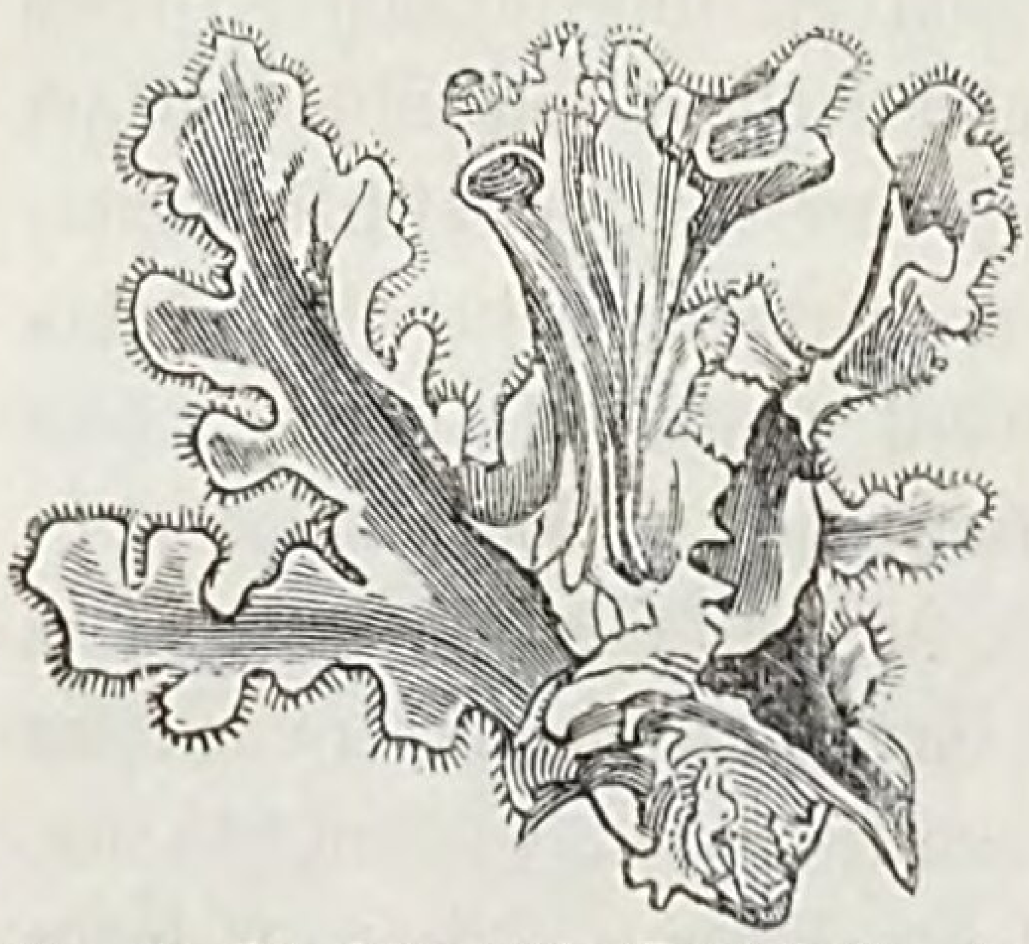


Fig. 39. Die Isländische Schildflechte oder Isländisches Moos (Cetraria Islandica).

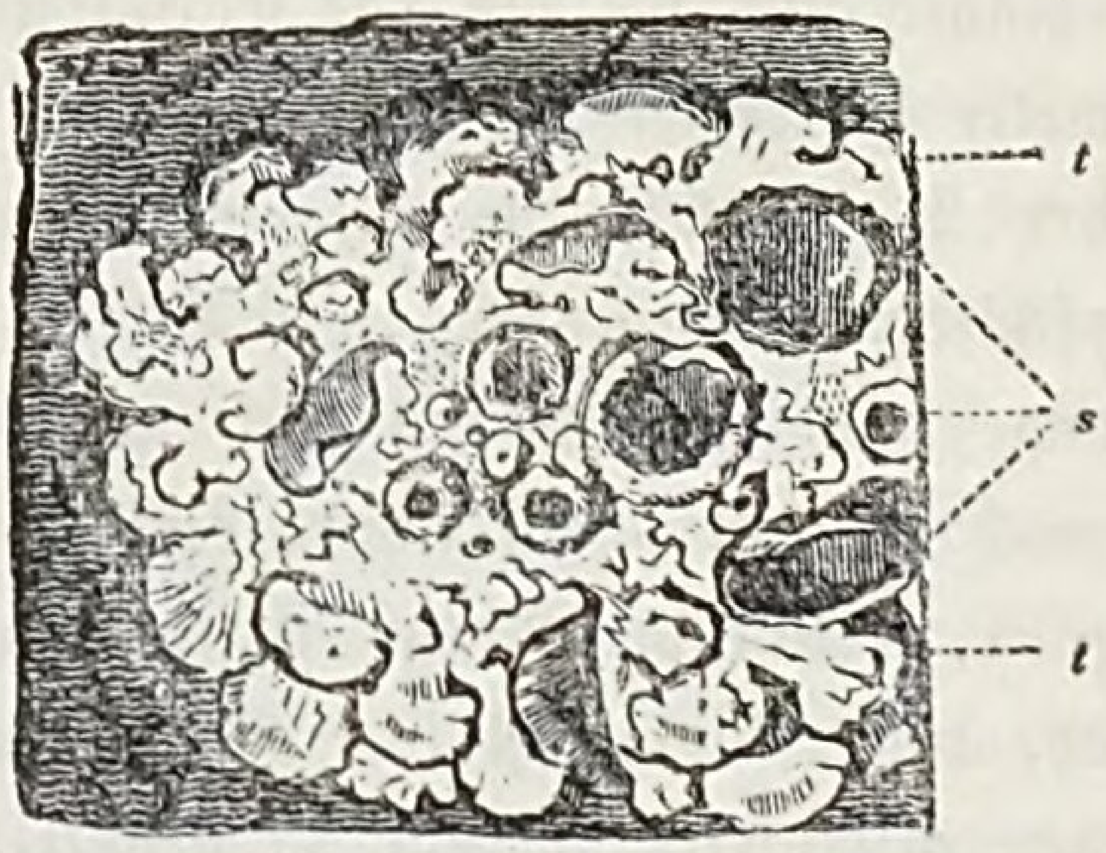


Fig. 40. Die gemeine Wandschüsselflechte (Parmelia parietina). *

* t Thallus oder Lager; s schüsselförmige Flechtenfrüchte (Apothecien) in verschiedenem Grade der Entwicklung.

Die durch ihre lebhaft goldgelbe Farbe sich auszeichnenden Wandflechten (Fig. 40), welche an Mauern, Dächern, Holzwänden, Pappel-, Obst- und manchen andern Bäumen so außerordentlich häufig anzutreffen sind, bestehen aus einer mehr oder weniger kreisrunden, am Rande vielfach unregelmäßig lappig zertheilten Haut, welche, dicht an ihre Unterlage angeschmiegt, nur am Rande sich etwas freier von derselben entfernt. Die Flechtenhaut, welche dem Wedel der Tange zu vergleichen ist und Flechtenlager oder Thallus genannt wird, besteht übrigens aus mehren, nicht ganz bestimmt von einander geschiedenen Zellenschichten, einer obern Rindenschicht, welche dicht gedrängte gelbfarbige, eiförmige Zellen enthält, einer darunter befindlichen, ebenfalls dichten und sehr ähnlichen Schicht, deren Zellen sich durch eine grüne Färbung auszeichnen und welche wegen ihres Zusammenhanges mit der Fortpflanzung der Flechte die Brutschicht (Fig. 41) genannt wird, und einer dritten unteren, welche aus fadenförmigen und lockeren Zellen besteht, in ihrem untersten Theile aber wieder der Brut- und Rindenschicht ähnlicher wird. Die untere

Brut- und Rindenschicht ist vermuthlich nur deßhalb undeutlich geblieben, weil das Flechtenlager nur auf der einen Seite dem Lichte und der Luft zugewandt ist. Aus der untersten Zellenschicht ragen an solchen Stellen, wo dieselbe nicht ganz dicht an die Unterlage angeschmiegt ist, fadenförmige Zellen, sogenannte Haftfasern, hervor, welche Wurzeln zwar ähnlich sehen, aber durchaus nicht die Aufsaugung der Nahrung bewirken. In trockenem Zustande erscheint die Flechte goldgelb durch die obere, so gefärbte, Rindenschicht; befeuchtet, und somit bei Regenzeit, dagegen wird sie grünlich, weil durch die Feuchtigkeit die obere Zellenschicht transparent (durchscheinend) wird, und daher die grüne Färbung der Brutschicht sichtbar werden kann. Die in der Trockniß vollkommen dürren und spröden Massen sind in der Feuchtigkeit mehr oder weniger schleimig schlüpfrig. Nur in diesem Zustande wächst das Lager; sobald Trockniß eintritt, steht ihr Wachsthum still. Die Flechten nehmen nämlich, obwohl sie, bis auf wenige, deren Aufenthalt im Wasser liegende Steine sind, außerhalb der Gewässer wachsen, gleichwohl nur vermittelst des Wassers ihre Nahrungsstoffe zu sich und setzen daher ihre Vegetation aus, sobald dieses Mittel ihnen mangelt, haben aber dabei die merkwürdige Fähigkeit, ihr Leben gleichsam ruhend fortzuerhalten und bei der geringsten Feuchtigkeit, welche sich ihnen darbietet, sogleich ihr Wachsthum fortzusetzen. Sie wachsen daher bei uns vorzugsweise in den nassen Monaten des Frühlings und des Herbstes. Ihr Wachsthum ist aber, da im Verhältniß zu der Größe, welche sie erreichen, die Nahrungsstoffe ihnen stets nur spärlich dargeboten werden, ganz im Gegensatze zu den Tangen, ein außerordentlich langsames, und ihre Lebensdauer außerordentlich. Man hat Beobachtungen, denen zufolge das Wachsthum mancher Flechten binnen einem halben Jahrhunderte nicht mehr als zwei Zolle betrug. Berechnungen zufolge müssen manche Flechten, wie man in Gebirgsgegenden sie antrifft, ein Alter von mehreren Jahrhunderten, ja vielleicht von Jahrtausenden, erreicht haben. Wie bei den meisten mehrzelligen Algen, besonders den Tangen, dienen, wenn auch nicht alle, so doch die meisten Zellen des Flechtengewebes, welche mit der umgebenden Flüssigkeit oder mit der atmosphärischen Feuchtigkeit in Berührung kommen, gleichmäßig zur Vermittlung der Aufsaugung, welche sodann von Zelle zu Zelle durch Endosmose und Exosmose sich weiter verbreitet und so das ganze Zellgewebe ernährt. Die den Rand des Lagers bildenden Zellen sind vorzugsweise in der Vermehrung begriffen, und von ihnen geht daher das Wachsthum aus. Keine Flechte nimmt ihre Nahrung aus ihrer Unterlage auf, weßhalb denn auch eine und dieselbe Flechtengattung bald auf Steinen, bald an Bäumen u. s. w. angetroffen wird. Es ist mehr eine zufällige Aufnahme von Stoffen der Unterlage, welche nicht selten stattfindet, wenn z. B. das Wasser, mit welchem die Flechte ihre Nahrung aufnimmt, mineralische Bestandtheile, wie Kalk u. s. w., aus dem Boden oder dem Felsen aufgelöst hat, und diese mit in die Flechte übergehen und sich durch Verdunstung des Wassers dann darin ablagern, so daß manche Flechten fast als steinige Kalkkrusten erscheinen.

Diejenigen Flechten, welche nicht mit dem ganzen Thallus, sondern nur, wie die Blasentange, mit einem Punkte oder einem geringen Theile desselben, an ihre Unterlage angewachsen sind, während die übrige Fläche, laub- oder wedelartig, frei beide Seiten der Luft darbietet, wie z. B. das sogenannte Isländische Moos (Fig. 41) — richtiger die Isländische Flechte zu nennen — besitzen sehr deut-

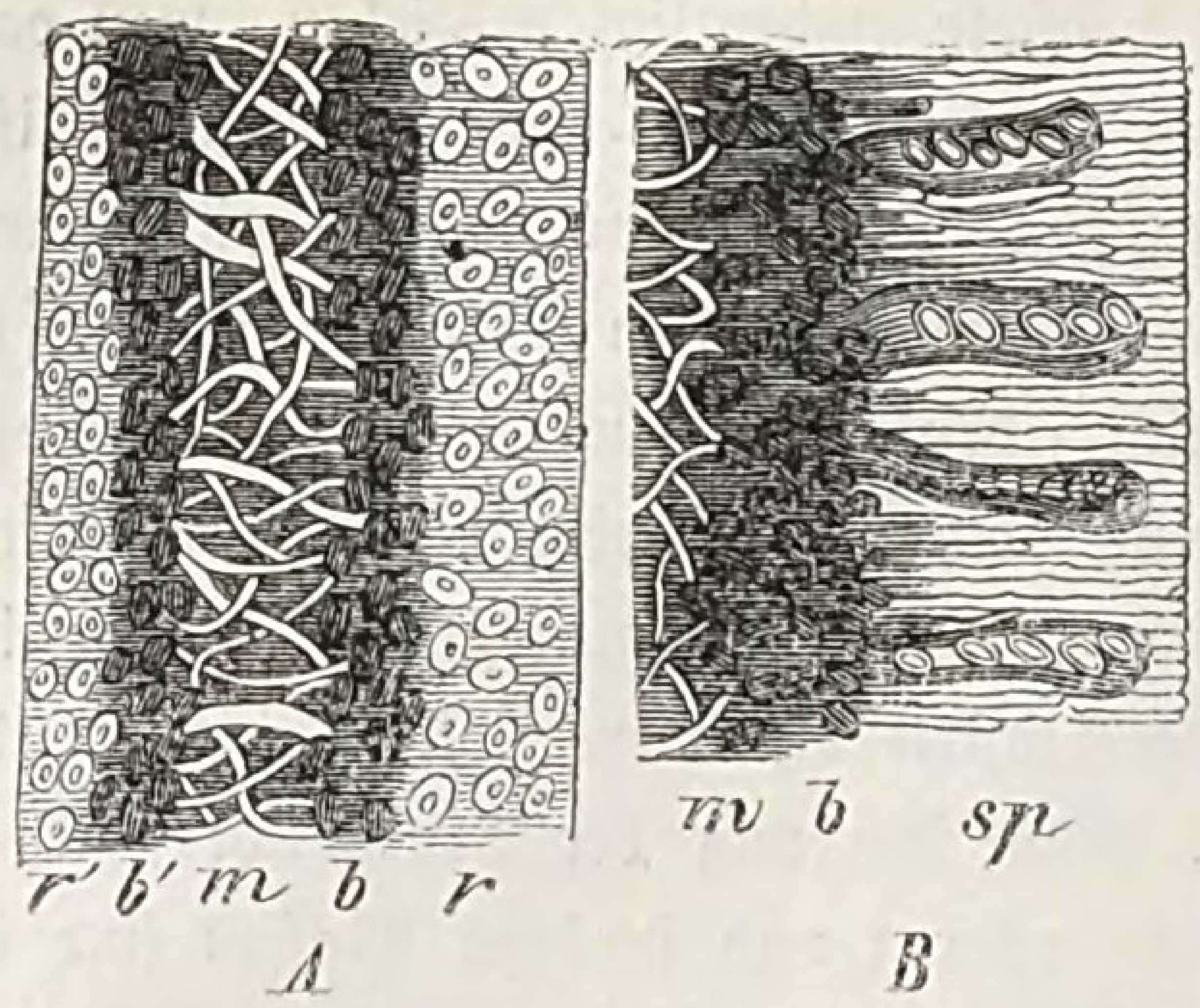


Fig. 41. Zellgewebe und Fruchtbildung der Isländischen Schildflechte. *

* **A** Vergrößerter Durchschnitt eines Lappens von dem Laube dieser Flechte; *r r'* Rindenschicht; *b b'* Brutschicht oder Keimschicht; *m* Markschicht.
B Vergrößerter Durchschnitt eines Stückes von einer Fruchtschüssel; *m* Markschicht; *b* Brutschicht; *sp* die Fruchtschicht, bestehend aus zahlreichen Paraphysen und dazwischen stehenden Sporangien oder Schlauchzellen, welche die Sporidien enthalten.

lich eine mittlere lockere, fadenzellige Markschicht und zu jeder Seite derselben mehr oder weniger gleichmäßig entwickelt eine Brut- und eine Rindenschicht. Dagegen bilden andere Flechten trockene, fast steinartig aussehende Krusten, welche ihrer Unterlage auf das innigste angeschmiegt sind und in welchen die Unterscheidung auch nur einer Rinden-, Brut- und Markschicht schwer, wo nicht unmöglich ist. Ja, einige Gattungen bilden nur ein staubartiges Zellenpulver, dessen Zusammengehörigkeit so wenig erkennbar ist, daß erst die Entstehung der Fortpflanzungsorgane die Gemeinsamkeit solcher Zellen andeutet. Bei fast allen Flechten bildet die Rindenschicht, sei sie nun farblos oder gefärbt, im trockenen Zustande eine undurchsichtige, oft graue, mehlartig bestäubt aussehende Decke über der immer lebhaft grünen Brutzellenschicht. Alle Flechten wechseln daher im Wasser ihre Farbe.

Fast jede Flechtenpflanze zeigt uns auf den ersten Blick die eigenthümlichen, zur Fortpflanzung dienenden Organe, welche mit denen der Tange große Aehnlichkeit haben, hier jedoch stets in Gruppen angesammelt sind, welche man Flechtenfrüchte oder Apothecien nennt. Das Zellgewebe wächst an verschiedenen Stellen, bald in der Mitte des angewachsenen Flechtenlagers, bald mehr gegen den Rand desselben, und bei den freihangenden oft nach beiden Seiten, warzenartig empor. Die Warzen brechen endlich auf und öffnen sich, indem die Rindenschicht zurückgedrängt wird zu einem tieferen oder flacheren Schüsselchen (Fig. 40, s), dessen Inneres von der zum Vorschein gekommenen Brutschicht ausgefüllt ist. Die Zellen der Brutschicht haben jedoch hier eine besondere Bildung angenommen (Fig. 42). Sehr zahlreiche, dicht gedrängte Zellen sind fadenartige und völlig leere Paraphysen. Zwischen denselben aber befinden sich einzelne Zellen, welche sich anfangs mit einem reichlichen Cytoblasteme erfüllen und sodann als Mutterzellen oder Sporangien, hier insbesondere wohl Schlauchzellen (asci) genannt, eine Anzahl von Sporidien in sich entstehen lassen, welche, meistens 6 bis 8 beisammen, anfangs zu zweien bis vieren, später durch

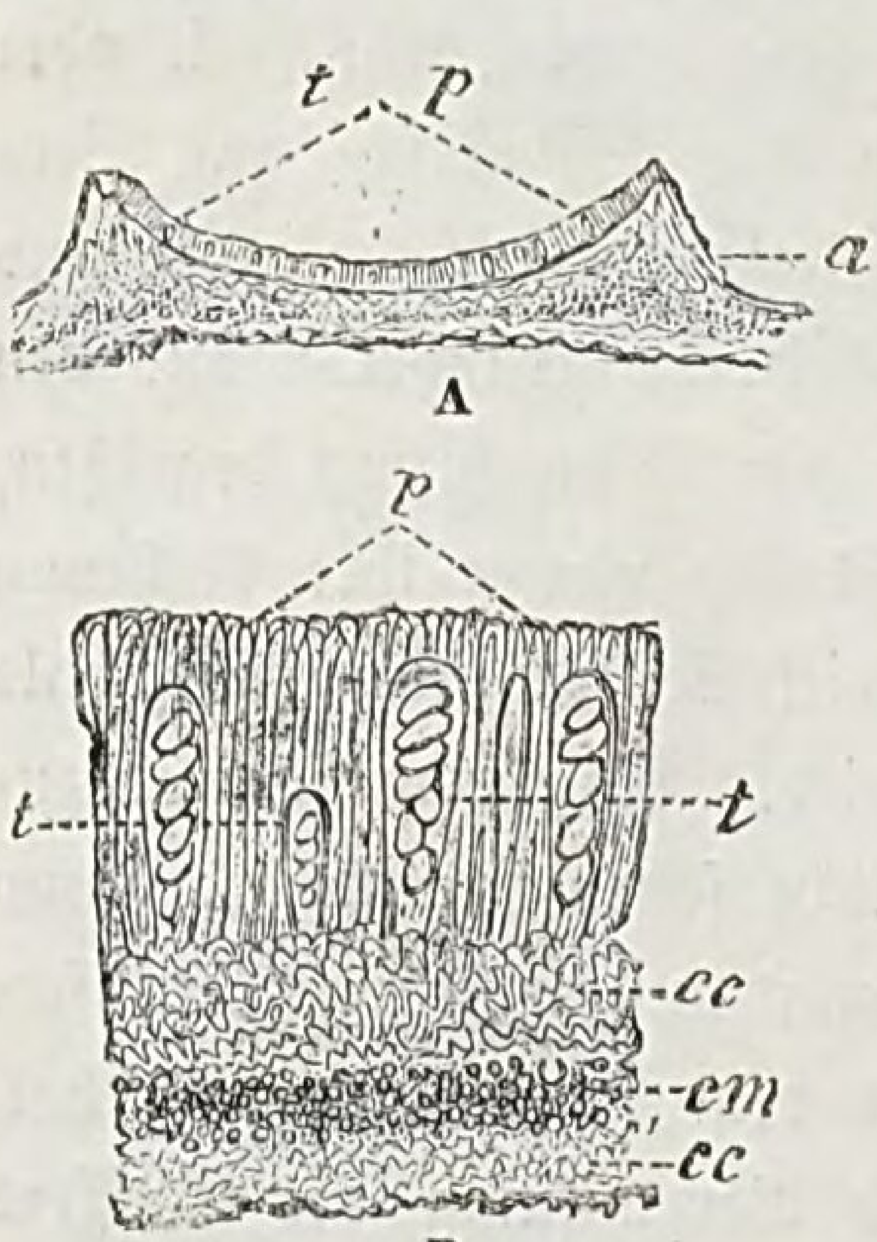


Fig. 42. Die Frucht der Wandschüsselflechte in einem senkrechten Durchschnitte dargestellt. *

* **A** Durchschnitt durch die ganze Frucht, vergrößert; *a* Rindenschicht; *tp* die Brutschicht in der Frucht.
B Ein Theil dieses Durchschnittes, stärker vergrößert; *cm* Markschicht; *cc* obere und untere Brutschicht; *p* Paraphysen; *t* Schlauchzellen.

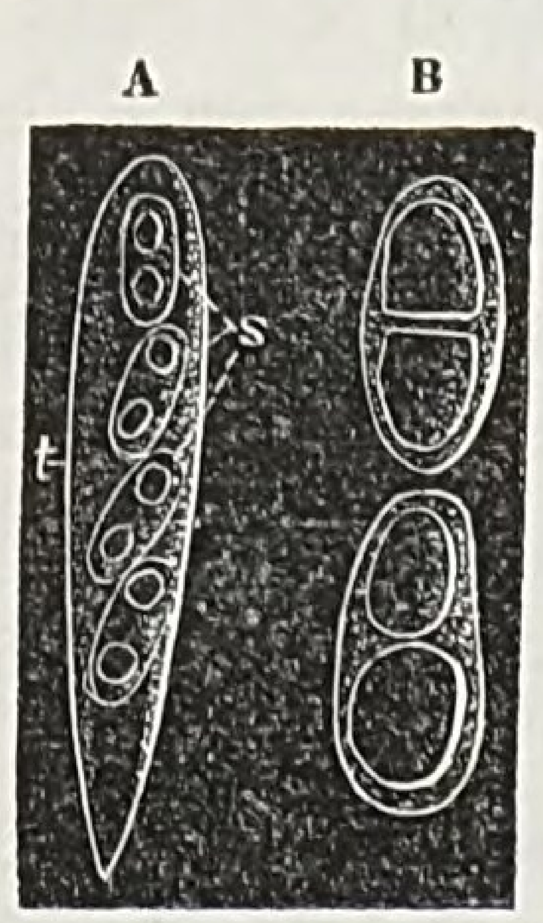


Fig. 43. Die Bildung der Sporidien. *

* **A** Eine einzelne Schlauchzelle (*t*) mit vier Tochterzellen (*s*), deren jede wiederum 2 Zellen enthält.
B Zwei solcher Tochterzellen mit den Enkelzellen, noch mehr vergrößert.

Theilung sich vermehrend, in ihnen sich ausbilden (Fig. 43), und später, nachdem sie durch Zerstörung der Mutterzelle Gelegenheit gefunden haben, sich zu zerstreuen, neuen Flechtenlagern die Entstehung geben. Diese Schüsselchen sind die Flechtenfrüchte oder Apothecien. Bei einigen Flechten öffnen sich dieselben nie völlig, sondern die Sporidien werden innerhalb derselben, wie in Kapseln erzeugt, und gelangen durch eine geringe Oeffnung nach außen. Die Brutschicht in den Flechtenschüsselchen nimmt am Tageslichte entweder die Farbe der Rindenschicht oder eine andere, braune, rothe, gelbe u. s. w. Farbe an. Die Apothecien stehen manchmal auf dem Thallus in so großer Menge, daß man letzteren kaum wahrzunehmen vermag; mitunter ist auch der Thallus im Vergleich zu der erzeugten Frucht äußerst gering. So erscheinen die Flechtenfrüchte an Felsen und Baumrinden nicht selten als eine Schaar geschwürchenähnlicher Auswüchse. Die Schüsselchen sind oft ziemlich lang gestielt, wie bei den Becherflechten (Fig. 44), oder gar auf vielfach ästig zertheilten und innen durch die Eigenthümlichkeit der Entwicklung der Zellen hohl gewordenen Trägern, den sogenannten Podetien, emporgewachsen, wie bei der Rennthierflechte, deren geringes blättriges Lager leicht gänzlich übersehen wird, zumal da die Fruchtträger meistens, indem die Brutschicht gegen die Entwicklung der Rindenschicht ganz zurückbleibt, an der Mehrzahl der Verästelungen gänzlich unfruchtbar sind und in borstenförmige Spitzchen auslaufen, welche man für das wahre Lager anzusehen versucht sein könnte.

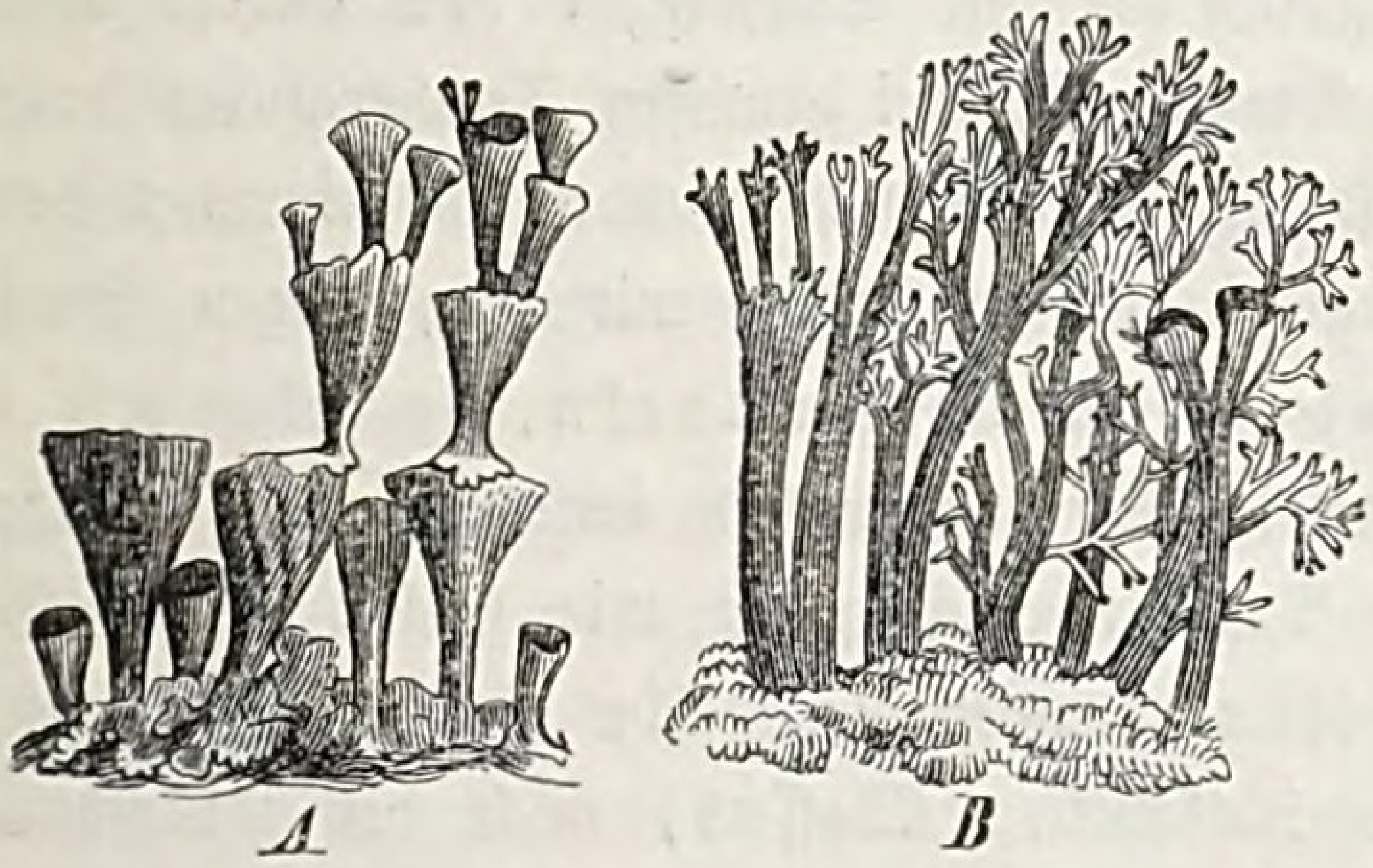


Fig. 44. Strunkflechten. *

* A Die Becherstrunkflechte (Cladonia pyxidata).
B Die Rennthierstrunkflechte (Cenomyce rangiferina), ein ganz kleiner Rasen von verschiedenartig entwickelten Podetien.

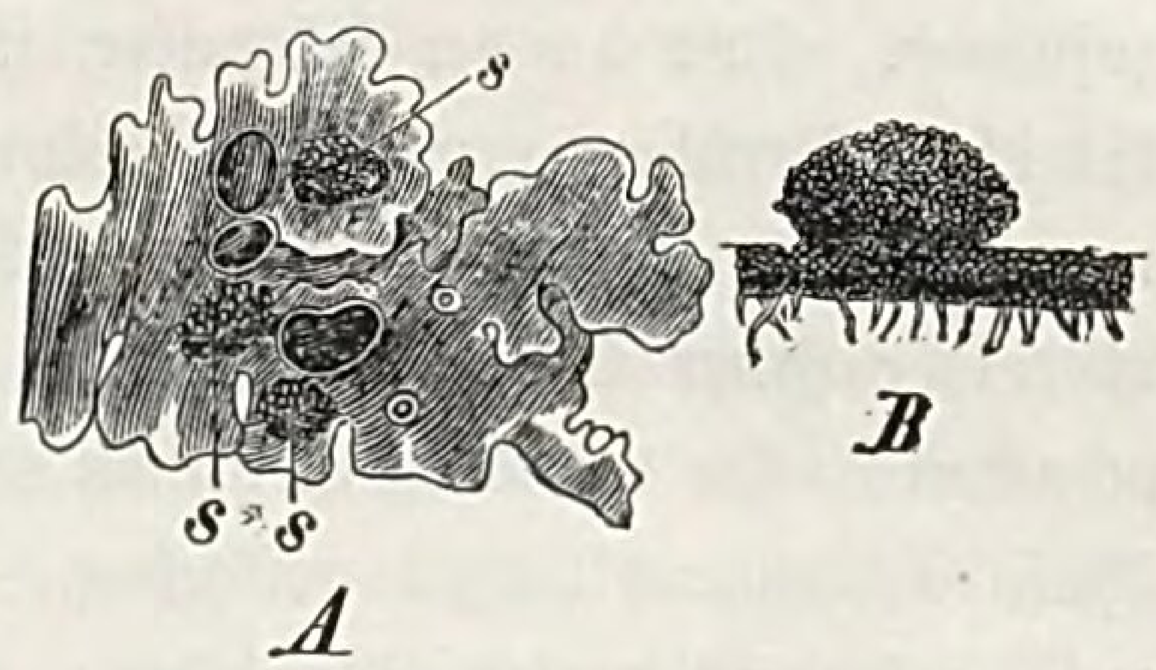


Fig. 45. Die Sorebien der häufchentragenden Lungenflechte (Sticta glomerulifera). *

* A Ein Abschnitt des Lagers der Flechte mit Apothecien und Sorebienhäufchen (s, s, s).
B Ein Durchschnitt durch ein Sorebienhäufchen und das darunter befindliche Lager, dessen Schichten undeutlich zu unterscheiden sind, vergrößert.

Außer der Fortpflanzung der Flechten durch Sporidien bemerkt man nicht selten noch eine zweite Fortpflanzungsweise, welche uns zeigt, wie groß auch bei diesen Gewächsen noch die Selbstständigkeit und allseitige Verrichtungsfähigkeit der einzelnen Zellen ist. Es zeigen sich nämlich auf dem Thallus zwischen den Apothecien hie und da Fleckchen oder Häufchen, welche staubartig erscheinen, indem die Zellen sich hier von einander gelockert, und Zellen der Brutschicht zwischen den Rindenzellen hindurchbrechend sich von den übrigen Zellen gesondert haben (Fig. 45). Solche staubartig losgetrennte Zellen, Staubkeimzellen oder Soredien genannt, sind ebenfalls, wie die in den Apothecien erzeugten Sporidien, fähig, neues Flechtenlager zu entwickeln; allein solche, aus Soredien entstandene Flechtenlager sollen, wie man behauptet, unfruchtbar, d. h. zur Hervorbringung von Apothecien unfähig sein.

Bei dem Gewebe der Flechten liegen die Zellen im Allgemeinen viel näher

zusammengedrängt, als bei den Tangen, indem der Zwischenzellenstoff sich in einem weit weniger aufgequollenen Zustande befindet. Eine verhältnißmäßig viel größere Festigkeit des Zellgewebes ist davon die Folge.

Dem Stoffe nach haben die Flechten mit den Tangen nicht geringe Aehnlichkeit. Die Zellenmembranen, besonders der Rindenschicht, bestehen aus Lichenin oder Flechtenstärke, einer isomeren Modifikation der Cellulose, welche alle Eigenschaften der wahren Stärke besitzt und bei einigen Gattungen auch durch Jod prächtig blau, bei andern aber braun gefärbt wird, und sich nur dadurch von der Stärke unterscheidet, daß sie nicht in Körnchen wie jene, sondern in der Form der Zellhäute erscheint. Das Lichenin ist eine Substanz, welche zwischen der Stärke und der Cellulose gleichsam in der Mitte steht. Ohne daß wir die Ursache zu ergründen vermöchten, weßhalb sich die Zellenwandungen bei den meisten Pflanzen aus Cellulose, bei den Tangen (und den Meermoosen) aus Gelin, bei den Flechten aus Lichenin bilden, ist es uns doch von Interesse, zu wissen, daß diese Substanzen sämmtlich isomer und aus den Elementarstoffen der Kohlensäure und des Wassers, welche somit durch jeden Regen der Pflanze dargeboten werden, gebildet sind. Bei den verschiedenen Lebenserscheinungen der Pflanzen werden wir viele Veränderungen der in denselben enthaltenen und sich bildenden Substanzen wahrnehmen und manche derselben, welche sich innerhalb der Grenzen isomerer Gruppen halten, werden uns leichter begreiflich werden, wenn wir wissen, daß es nur einer Umänderung in der Anordnung der Elementarstoffe bedarf, um die eine Substanz in die andere überzuführen. Und da der Chemiker im Stande ist, bei gewissen Temperaturen durch die bloße Berührung mit einer Säure (z. B. Schwefelsäure), oder mit einem andern nur erregend wirkenden und keineswegs in die Mischung mit eingehenden Stoffe die eine jener Substanzen in die andere zu verwandeln, so sehen wir in manchen Fällen den Weg gleichsam vorgezeichnet, auf welchem innerhalb der Pflanzen ähnliche Umwandlungen geschehen. — Das Lichenin quillt wie Gelin im Wasser auf, besonders unter Mitwirkung erhöhter Temperatur. Ein Gewichtstheil einer Flechte bildet mit dreiundzwanzig Gewichtstheilen Wassers, nach der Abkochung erkaltend, noch eine zitternde steife Gallerte. Bekanntlich wird die Isländische Flechte, sowie manche andere Gattung, als diätetisches und als Nahrungsmittel häufig angewandt, und sie genügt zu diesem Zwecke, da das Lichenin, nebst dem im Zellsafte aufgelösten Gummi, wie alle mit ihm isomeren Substanzen, hinreichen, um die Athmung zu erhalten, indem sie durch Aufnahme von Sauerstoff sich gerade in Kohlensäure und Wasser (welche ausgeathmet und ausgedünstet werden) verwandeln, * während eine geringe Menge von Proteinsubstanz, welche sich im Zellensafte befindet, zur Bildung der entsprechend zusammengesetzten (stickstoffhaltigen) Körpertheile verwandt wird.

* Cellulose, Stärke, Gelin, Lichenin, Zucker, Gummi, Dextrin: $C^6 H^5 O^5$ verwandelt sich durch Aufnahme von zwölf Verhältnißmengen Sauerstoff O^{12} in $C^6 O^{12} = 6 CO^2$ (sechs Verhältnißmengen Kohlensäure) und $H^5 O^5 = 5 HO$ (fünf Verhältnißmengen Wasser).

Im Zellensafte der Flechten sind mehrere andere Substanzen enthalten, theils solche, welche man Pflanzensäuren nennt und welche von den vorhin erwähnten stickstofffreien Substanzen sich dadurch unterscheiden, daß sie schon eine größere Verhältnißmenge von Sauerstoff enthalten, als dem vorhandenen Wasserstoffe zur Bildung von Wasser nöthig wäre, oder daß ihnen gar der Wasserstoff völlig fehlt, so daß sie nur aus Kohlenstoff und Sauerstoff bestehen. So findet sich bei den Flechten sehr allgemein die Oxalsäure oder Kleesäure $= C^2 O^3$, welche von der Kohlensäure sich dadurch unterscheidet, daß sie eine geringere Verhältnißmenge von Sauerstoff enthält. Da wir wissen, daß alle Pflanzen, welche sich aus der unorganischen Natur nähren, Kohlensäure aufnehmen und zerstören, so daß sie reinen Sauerstoff ausdünsten, so ist die Entstehung der Oxalsäure hieraus begreiflich. Die Oxalsäure verbindet sich stets mit einer einfachen Verhältnißmenge Wassers, $C^2 O^3$ mit $HO = C^2 HO^4$, in doppeltem Verhältnisse gesetzt $= C^4 H^2 O^8$. Es bedarf nur, daß aus dieser Verbindung, der wasserhaltigen Oxalsäure oder dem Oxalsäurehydrate, abermals eine vierfache Verhältnißmenge Sauerstoff (O^4) und eine einfache Verhältnißmenge Wassers (HO), zusammen HO^5, abgeschieden werde, damit sich die Flechtensäure $= C^4 HO^3$ bilde, welche ebenso, wie einige andere ähnliche Säuren, die Fumarsäure, die Roccellsäure u. s. w., in den Flechten vorzukommen pflegt. Abscheidungen, wie die so eben vorausgesetzten, geschehen aber keineswegs unmittelbar und selbstständig, sondern dieselben sind als Zersetzungen zu betrachten, welche durch chemische Wechselwirkungen vor sich gehen, indem es neben den Säuren in den Pflanzen nicht mangelt an solchen Substanzen, welche durch ihr Bestreben, bestimmte Verhältnißmengen gewisser Stoffe mit sich zu vereinigen, diese aus andern Verbindungen herausreißen.

Den Pflanzensäuren sind gleichsam entgegengesetzt diejenigen Substanzen, welche mit jenen in innigen Mischungen verbunden angetroffen werden, und welche sich durch eine den Proteinsubstanzen einigermaßen ähnliche, nämlich aus Kohlenstoff, Wasserstoff, Sauerstoff und Stickstoff bestehende, Mischung auszeichnen: die Substanzen, welche man Pfanzenalkaloide nennt, weil sie sich den Säuren gegenüber ähnlich verhalten, wie Kali und die demselben ähnlichen Elementarstoffe. Die Pflanzenalkaloide der Flechten sind noch nicht genügend bekannt. Häufig finden die Alkaloide in diesen und andern Pflanzen sich ersetzt durch wirkliche Alkalien, Kali, Natron, Kalkerde, Talkerde u. s. w.

Dagegen kennt man, obgleich auch noch unvollständig, verschiedene sogenannte Extraktivstoffe, welche übrigens keinen Stickstoff, sondern nur Kohlenstoff, Wasserstoff und Sauerstoff enthalten, letzteren aber in geringerer Verhältnißmenge, als daß derselbe dem vorhandenen Wasserstoffe zur Bildung von Wasser genügen würde. Zu diesen Stoffen gehört das sogenannte Flechtenbitter oder Cetrarin, von welchem der bittere Geschmack der Isländischen Flechte herrührt und welches sich durch Wasser ausziehen läßt; ferner das süßlich schmeckende Orcin und das geschmacklose Erythrin, von denen ersteres unter andern in mehreren Krustenflechten oder Lekanoren (Lecanora) und letzteres in der Orseilleflechte (Fig. 46) in ziemlicher Menge vorhanden ist. Diese beiden letzteren Substanzen haben die Eigenschaft, mit Ammoniak (NH^3) zu prachtvoll blau- oder rothfarbigen stickstoffhaltigen Mischungen zusammenzutreten, wenn solches ihnen unter Zutritt der

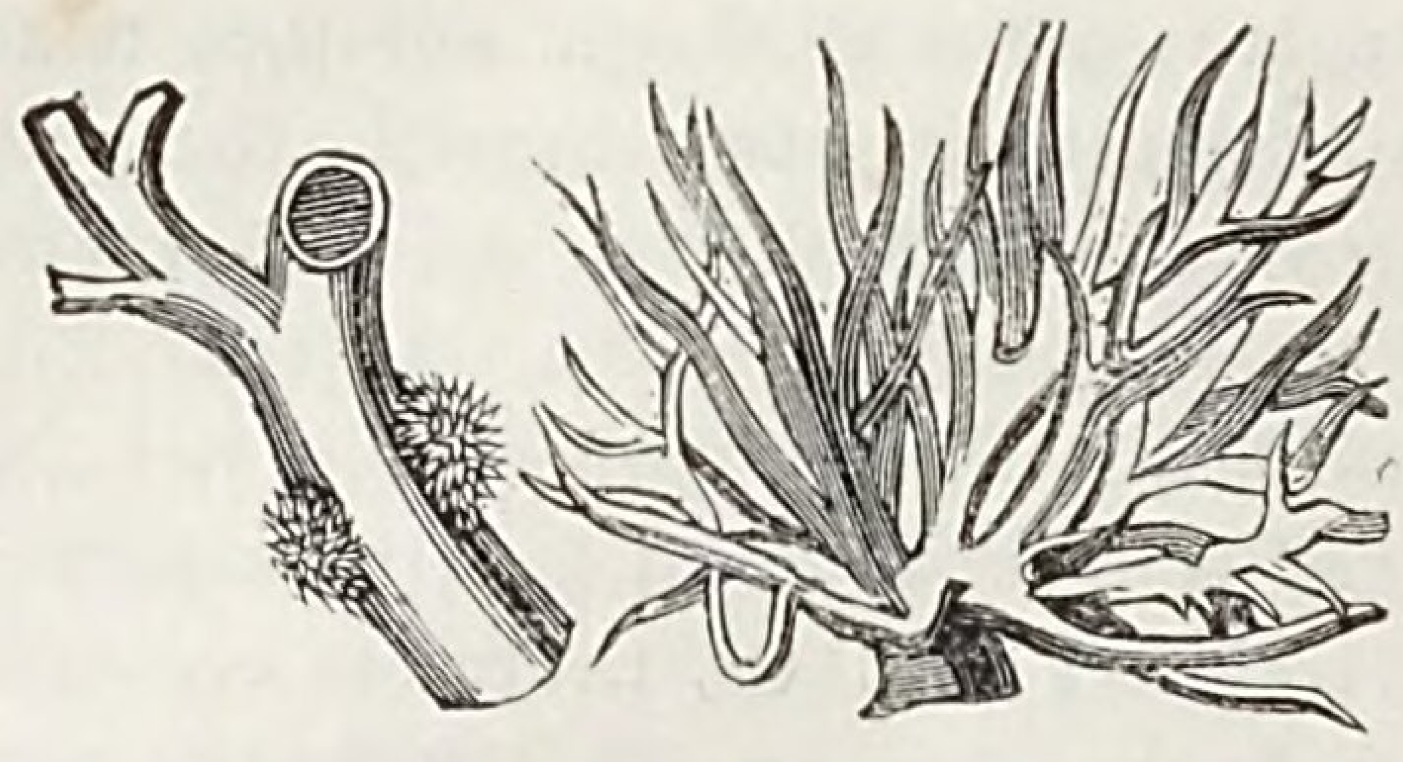


Fig. 46. Die Orseilleflechte (Roccella tinctoria).

Luft oder reinen Sauerstoffes dargeboten wird. Es bedarf daher nur, daß man Urin, welcher in der Fäulniß sehr reichliche Mengen von Ammoniak entwickelt, mit den zerriebenen Flechten vermengt, stehen lasse, um diese Farbstoffe zu erhalten. So gewinnt man die herrliche Orseille-, Persio- oder Lakmusfarbe, welche mit Pottasche, Kreide oder andern Massen vermengt und in Stückchen geformt in den Handel kommt, und welche, falls sie roth ist, durch Zusatz irgend eines alkalischen Stoffes sich in Blau, durch Zusatz einer Säure dagegen aus Blau in Roth umwandelt — Eigenschaften, welche das mit Lakmus gefärbte Papier (Reagenspapier) geeignet machen, die geringste, durch den Geschmack nicht mehr wahrnehmbare Menge von Säure oder Alkali in einer Flüssigkeit oder Luftart zu entdecken. Das Chlorophyll ($C^{15}H^{9}O^{8}N^{2}$), der stickstoffhaltige Farbstoff, von welchem meistens die grüne Farbe der Pflanzen, unter andern auch die der grünen Zellenschicht der Flechten, herrührt, und welches meistens Kügelchen von Wachs ($C^{10}H^{5}O$) oder andern stickstofffreien und sauerstoffarmen Substanzen umhüllt, scheint in einer ähnlichen Weise in den Pflanzen gebildet zu werden, wie die Lakmusfarbe, durch Hinzutritt von Ammoniak, indem Stärke zerlegt wird, und einerseits Wachs, andererseits Chlorophyll entsteht, zugleich aber Wasser und Sauerstoff abgeschieden werden muß — eine Vermuthung, welche um so näher liegt, als mitunter die mit dem grünen Farbstoffe umhüllten Kügelchen durch Jod blau gefärbt werden, also wirklich wenigstens theilweise noch Stärke sind, und welche um so begründeter erscheint, als die reichlichsten Mengen von Stärkemehl in den Zellen solcher Pflanzentheile sich vorfinden, in welchen kein Chlorophyll und Wachs sich vorfindet (Kartoffeln, Getreidekörner), und in den Pilzen, welche überall kein Stärkemehl enthalten, auch die Bildung von Chlorophyll nie vorkommt. Auch wissen wir, daß die Bienen (Seite 389) in ihrem Magen aus dem der Stärke isomeren Zucker des Honigs Wachs bereiten.

Die Flechten sind für den Menschen von großer Wichtigkeit. Nicht allein, daß viele derselben als Nahrungsmittel dienen können, wie die Isländische Flechte, die nicht nur in Island, sondern selbst in unsern Berggegenden eine häufige Aushülfe darbieten muß, und die, auch bei uns auf Haideboden und in Nadelwaldungen häufige, Rennthierflechte, die unter dem Schnee hervorgescharrte Nahrung der Rennthiere, welche allein manche nördliche Länder dem Menschen bewohnbar macht (Seite 153), sondern auch dem Luxus gewähren manche Flechten durch ihre Farbstoffe reiche Ausbeute. Unsere gelbe Wandflechte kann zum Gelbfärben dienen; vielleicht dürften nähere Versuche mit andern einheimischen Arten andere nützliche Ergebnisse bringen. Ganze Schiffsladungen von der weinsteinartigen Lecanore (Lecanora tartarea) bringt man aus Schweden in den Handel, und die Kanarischen Inseln liefern jährlich gegen 3000 Centner der Orseille. — Welch wichtigen Einfluß die Flechten auf die Urbarkeit und Begrünung unserer Erde ausgeübt haben mögen, läßt sich kaum mehr schätzen, obgleich man noch heu-

tigen Tages in den Gebirgen diese Pflanzen an nackten Gesteinen kleben, durch ihre Vegetation die Feuchtigkeit sammeln und dadurch die Verwitterung der Steinoberfläche befördern, die aufgelösten Erdstäubchen in sich ablagern und selber absterbend mit einem Vorrathe von Moder (Humus) düngen sieht, so daß zwischen ihnen bald Moose und Gräser einen tauglichen Boden finden, welcher durch diese Gewächse dann weiter der Urbarkeit für andere Gewächse entgegengeführt wird.

Die Verbreitung der Flechten ist außerordentlich. Man darf mit Recht behaupten, daß ohne diese Klasse von Pflanzen die ganze uns umgebende Natur ein verändertes Aussehen haben würde. Malt doch jeder Maler, ohne sich Rechenschaft darüber zu geben, den Stamm der hochlaubigen Buche weißlichgrau, während die Buchenrinde, wie junge Zweige dies zeigen, braun, und nur den zahllosen Flechten, welche den Stamm bedecken, die weißliche Farbe zuzuschreiben ist. Besonders in den kälteren Gegenden und auf den höheren Gebirgen sind die Flechten überall in besonderer Menge verbreitet, während sie, bei der Langsamkeit und Mattigkeit ihrer Vegetation in den Thälern und in den wärmeren Ländern durch vollkommenere Gewächse überholt, unterdrückt und verdrängt erscheinen.

Fossile Flechten sind bislang noch nicht mit Sicherheit entdeckt worden, ein Umstand, welcher sich leicht erklären läßt. Auch in der jetzigen Schöpfung ist diese Klasse noch sehr mangelhaft bekannt; man kann nur ungefähr vermuthen, daß einige tausend Arten derselben existiren mögen, von denen man in Deutschland etwa 500 kennt, deren Bestimmung, der zahlreichen Formenmannigfaltigkeit wegen, äußerst schwierig ist.

Uebersicht der Moose.

I. Klasse: **Meermoose.** Florideae.
Nebst den Armleuchtermoosen. Characeae.
II. Klasse: **Lebermoose.** Hepaticae.
III. Klasse: **Laubmoose.** Bryaceae.
IV. Klasse: **Zapfenmoose.** Lycopodiaceae.

I. Klasse: Die Meermoose oder Florideen.

Die Meermoose oder Florideen haben in ihrer Entwicklung aus einer Fortpflanzungszelle, ihrem Wachsthume, ihrer ganzen Organisation, theils mit den vollkommeneren Fadenalgen, theils mit den Tangen die größte Aehnlichkeit, ja für unsere Beobachtung keine wesentliche Verschiedenheit. Nur die Art und Weise, wie sie sich fortpflanzen, ist gänzlich abweichend und viel mehr in Uebereinstimmung mit den Moosen. In den meisten, und besonders in allen älteren, botanischen Werken findet man die Florideen unter den Algen und gar nicht, oder nur als besondere Ordnung, von den Tangen geschieden. Ja es ist auch jetzt die Grenze zwischen

beiden, jedenfalls so nahe verwandten Pflanzenklassen nicht genügend sicher, da noch nicht von allen Tangen die Fortpflanzung bekannt ist, und somit vielleicht noch manche bis jetzt zu ihnen gerechnete Pflanzen zu den Meermoosen gehören mögen. Manche Florideen sind einfache fadenartige oder verästelte Zellenreihen, verästelten Fadenalgen zu vergleichen (Fig. 47, A); andere sind blattartig und mannigfach zertheilt (Fig. 48 und 49); bei manchen bildet ein stielartiger Faden dichteren Zellgewebes einen biegsamen Hauptstock, von welchem hie und da Aeste entspringen, die in blattähnliche, oft vielfach zerschlitzte Lappen oder Wedel auslaufen. Die Stoffe, aus welchen diese Pflanzen bestehen, sind dieselben, welche wir bei den Tangen kennen gelernt haben, jedoch ist ihre Färbung meistens lebhaft roth, indem dieselben anstatt des Chlorophylls das nahverwandte Erythrin enthalten, welches an der Luft leicht in Grün übergeht und auch durch Alkalien so umgefärbt wird. Des Erythrins wegen wurden manche dieser Pflanzen von den alten Griechen und Römern als Schminke und Färbemittel angewandt, wie vorzugsweise der purpurfarbige Kammfaden (Plocamium coccineum, von den Alten φυκος, fucus benannt). Das Gelin der Zellenmembranen, das Jod des Zelleninhaltes wird bei dieser Klasse von Pflanzen ebenso benützt, wie bei den Tangen. Ja, manche Florideen haben ihres reichen Gelin- und Jodgehaltes wegen vorzugsweise arzneiliche Anwendung gefunden, wie z. B. das altberühmte Irländische Perlmoos oder Carraghen (Sphaerococcus crispus), welches in der ganzen Nordsee wächst, und dessen Gallerte, bei Brustbeschwerden häufig angewandt, auch mit dem Namen Carraghin belegt worden ist, und ferner das sogenannte Wurmmoos (Sphaerococcus helminthochorton) des Mittelmeeres, welches man auf den Apotheken meistens mit verschiedenen andern Florideen und Tangen vermengt findet und gegen Eingeweidewürmer anwendet. Auch ist es hauptsächlich ein Meermoos (Sphaerococcus cartilagineus), welches nebst verschiedenen Tangen den Salanganenschwalben (Seite 232) des südöstlichen Asiens den gallertartigen Stoff zu ihren eßbaren Vogelnestern liefert.

Wie die Flechten, besitzen die Florideen die Fähigkeit, sich durch Keimzellen oder Soredien zu vermehren, welche jedoch häufig fehlen. Dagegen beruht die regelmäßige und wichtigere Fortpflanzungsweise auf dem Vorhandensein von zwei verschiedenen Zellenbildungen, welche, wie die Geschlechter bei den Thieren, eine gemeinsame Zusammenwirkung bei derselben auszuüben scheinen. Es finden sich diese nicht auf derselben einzelnen Pflanze zusammen bei einander, sondern jede Pflanze ist stets nur von einerlei Geschlecht. Zwar hat man die Zusammenwirkung beiderlei Organe noch nie beobachten können, allein aus Beobachtungen, welche man bei vollkommeneren Pflanzen an ähnlichen Organen macht, läßt sich solche mit Wahrscheinlichkeit vermuthen, und die Häufigkeit, mit welcher Florideen von beiderlei Geschlecht neben einander im Meere vorkommen, spricht wenigstens sehr für die Möglichkeit einer solchen Zusammenwirkung.

Das purpurfarbige Fadenmoos (Fig. 47) besteht aus äußerst zarten strauchähnlichen Fadenbüscheln, mitunter fast einen Fuß lang. Am Meeresgrunde bilden meistens sehr zahlreiche solche Büschel beisammen, im Wasser leicht getragen und ästig ausgebreitet, für das bloße Auge einen schleimigflockigen, röthlichen Schlamm, welcher oft die Fluten völlig purpurfarbig erscheinen läßt. Aus dem

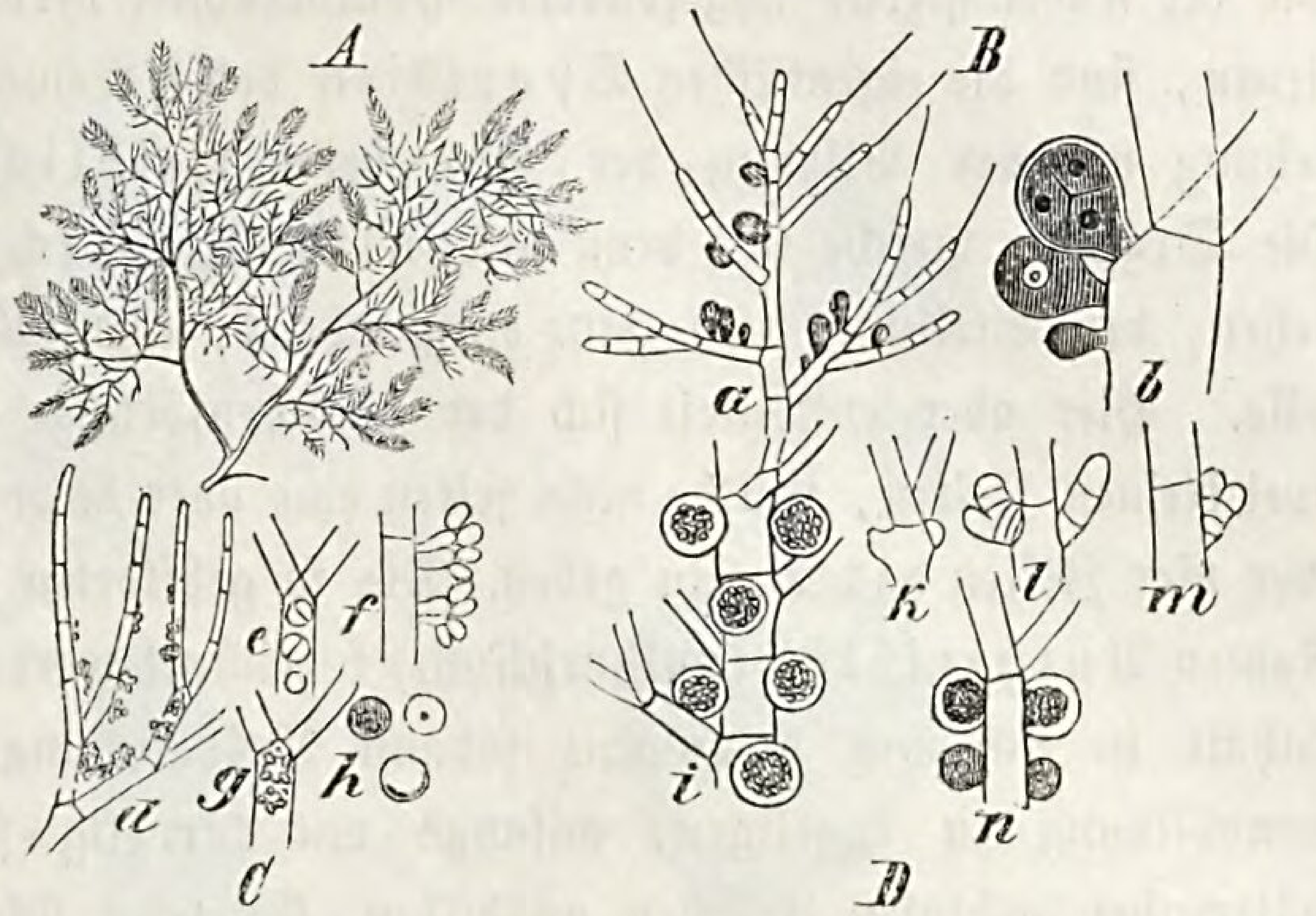


Fig. 47. Das purpurfarbige Fadenmoos (**Poecilo thamnion s. Callithamnion versicolor s. corymbosum**). *

* **A** Ein kleiner Abschnitt des fadenbüschelförmigen Laubes in natürlicher Größe.

B Die Sporidienbehälter und ihre Entwicklung; *a* ein verästelter Fadenbüschel, vergrößert, mit zahlreichen Sporangienschläuchen; *b* ein Theil eines Fadens, stärker vergrößert, mit drei solchen Schläuchen an einer Zelle; der untere ist nur noch eine Ausbauchung der Fadenzelle, in dem mittleren hat die Sporangienzelle sich gebildet; man bemerkt ein deutliches Kernchen darin; in dem oberen sieht man drei von den vier Sporenmutterzellen.

C Die Antheridien und ihre Entwicklung; *d* ein verästelter Fadenbüschel mit vielen Antheridien; *e* Beginn der Antheridienbildung; *f* und *g* ausgebildete Antheridien; *h* einige Spermazellen, die eine mit dunklerem Inhalte noch unreif, in den andern Spuren eines fadenförmigen Körperchens.

D Die Keimzellenhäufchen und ihre Entwicklung; *i* ein Ast, an dessen Zellen in kreuzweis abwechselnder Stellung Paare von Keimzellenhäufchen stehen, welche mit starker gemeinsamer Schleimhülle umgeben sind; *k* ein Ast, dessen Zelle auf der einen Seite einen einfachen Auswuchs zeigt, während ein ähnlicher auf der andern Seite sich schon durch eine Scheidewand abgeschlossen hat; *l* und *m* verschiedenartige Zellenvermehrung solcher Auswüchse, welche Keimzellenhäufchen bilden; *n* ein Ast mit Keimzellenhäufchen, von denen die unteren noch aus wenigen Zellen bestehen und keine Schleimhülle ausgesondert haben; die oberen erscheinen wie bei *i*.

Wasser genommen, fällt die haltlose Masse ganz zusammen. Auf ein Papier geschöpft und mit Wasser auseinander gespült, zeigt sich das Pflänzchen als ein vielfach verästelter Faden, an dessen Gliedern man hie und da wie äußerst kleine Beeren als rothe Pünktchen kugelförmig verdickte, dafür dann aber kurzgebliebene Aestchen bemerkt. Unter dem Mikroskope ergibt sich, daß der verästelte Faden aus einer sich verästelnd theilenden Reihe einfacher Zellen besteht, welche schließlich in eine borstenförmige Spitze auslaufen, und daß die beerenartigen Kügelchen wirklich Aestchen sind, deren Zellen, anstatt sich zu verlängern, selber viele kugelige und äußerst kleine Zellen hervorgebracht haben, welch letztere mit ihren Schleimaussonderungen zusammengeflossen, als kugelige Knöpfchen erscheinen. Diese kleinen Knöpfchen (Fig. 47, D) sind den Häufchen von Soredien, welche wir bei den Flechten kennen lernten, zu vergleichen, und werden **Keimzellenhäufchen** genannt, indem die einzelnen Zellchen derselben zur Vermehrung der Pflanze dienen können. Anfangs sind dieselben farblos und von wenigem Schleime umhüllt, später, während sie sehr stark roth gefärbt werden, umhüllen sie sich mit einer reichlichen Aussonderungsschicht. — Die eigentlichen **Sporidien** des Pflänzchens entstehen in folgender Weise (Fig. 47, B). Eine Zelle eines Fadenastes bekommt eine Ausbauchung, gewöhnlich zwei bis drei solche unter einander, von denen die oberste zuerst sich zu einem kolbenförmigen Bläschen ausbildet; die unteren folgen ihr in der Entwicklung. Nachdem sich der anfangs farblose Inhalt dieses Bläschens rothgefärbt hat, bildet sich innerhalb desselben eine kleine Zelle, welche später zum **Sporangium** wird, mit deutlichem Kernpünktchen, welches letztere, während das werdende Sporangium das ganze Bläschen ausfüllt, sich auflöst, worauf dann vier Zellen, welche später **Sporenmutterzellen** werden, innerhalb der erstgebildeten Sporangienzelle sich entwickeln. Diese Mutterzellen liegen, paarweise sich kreuzend (tetraedrisch), so daß man stets nur drei derselben zu sehen vermag. In jeder Mutterzelle erscheint sodann eine Tochterzelle. Diese Tochterzellen, welche nach starker Verdickung ihres Inhaltes und dabei vorgehender Schleimaussonderung, die während dieses Vorganges sich auflösende Mutterzelle und das diese schlauchartig umhüllende, aber durch Scheidewandbildung

von der Fadenastzelle abgesonderte Hautbläschen verlassen und nun zur Fortpflanzung dienen, sind die eigentlichen Sporidien des Fadenmooses. Man vergleicht ihre Entstehung mit der Bildung der Eier beim weiblichen Geschlechte der Thiere. — Die Organe, welche mit dem männlichen Geschlechte verglichen werden, entstehen, der Stellung nach ganz entsprechend, ebenfalls zu dreien an einer Fadenastzelle. Hier aber entwickelt sich der bläschenförmige Auswuchs der Fadenastzelle zu zwei kleinen Zellen, welche nicht selten eine oder beide, durch abermalige Theilung drei oder vier Zellen das Dasein geben. Die so gebildeten Zellen, deren Gruppen mit dem Namen Antheridien (antheridium) bezeichnet werden, sammeln einen starkgefärbten Inhalt in sich und bekommen sodann Ausbauchungen, welche sich durch Scheidewandbildung zu kugeligen, anfangs mit körnelig-schleimigem Inhalte versehenen, später aber farblosen Zellchen ausbilden. Es zeigt sich in ihnen ein an der Zellhaut anliegendes Pünktchen, von welchem ein gewundenes fadenförmiges Körperchen auszugehen scheint. Dieses hält man für eine spiralig zusammengerollte Fadenzelle, ähnlich denjenigen, welche man bei den übrigen Klassen der Moose und bei den Farren Samenfeuchtigkeits- oder Spermazellen zu nennen pflegt. Man vermuthet daher, daß der Inhalt dieser Spermazellen eine ähnliche Bedeutung habe, wie diejenige, welche man den Spermatozoen der Thiere zuschreibt. Man vermuthet ferner eine Einwirkung des Inhaltes dieser Zellen auf die Sporenmutterzellen, welche zu der Entwicklungsbefähigung der letzteren diene, und welche sich von dem bei der Conjugation stattfindenden Zusammenwirken des Inhaltes zweier Zellen (Zygnema) oder zweier Theile einer und derselben Zelle (Vaucheria) nur durch die hier augenscheinlich vorhandene Verschiedenartigkeit der sogenannten Samenfeuchtigkeit und des Inhaltes der Sporenmutterzellen unterscheiden würde.

Bei vielen Florideen ist die Auffindung der, immer sehr kleinen, Antheridien noch nicht gelungen. Die Sporenmutterzellen haben eine verschiedene Lage; bei den aus Zellenschichten bestehenden Gattungen, bei welchen sich eine innere lockere und aus fadenförmigen oder abgeplatteten, großen Zellen zusammengewobene Markschicht und eine äußere dichtere, kleine kuglige Zellen enthaltende Rindenschicht unterscheiden läßt, liegen sie oft ganz in dieser letzteren, wo man sie an jungen kurzen Aesten des Wedels antrifft (Fig. 48 h). Auch die Lage der Keimzellen ist sehr verschieden. Keineswegs bilden sie immer äußerlich entwickelte Häufchen, sondern nicht selten liegen sie innerhalb der Markschicht und geben sich äußerlich als linsenförmige Knötchen im Zellgewebe zu erkennen. Der purpurfarbige Kammfaden (Fig. 48) besteht aus zarten bandartig platten Fäden eines Zellgewebes, dessen Zellen ziemlich dicht gedrängt liegen und so angeordnet sind, daß die inneren auf dem Querschnitte sehr groß, die äußeren aber immer kleiner erscheinen. Dieses Zellgewebe ist vielfach, aber auf eine sehr regelvolle Weise zertheilt, indem immer an einem und demselben Rande Seitenäste entspringen, welche ihrerseits wieder an der, dem Hauptfaden zugewandten Seite sekundäre Seitenäste erzeugen, und die aus diesen hervorgehenden tertiären Aestchen sind wieder den sekundären zugewandt. Das ganze Gewebe liegt immer in einer und derselben Ebene. Die Spitzen der bezeichneten regelmäßigen Verästelungen enthalten einige Zellen, innerhalb deren sich Sporenmutterzellen (h) ausbilden, welche durch ihren dunkeln Inhalt sich auszeichnen. Die Antheridien sind noch nicht beobachtet worden. Die Keimzellenhäufchen (f)



Fig. 48. Der rothe Kammfaden (Plocamium coccineum). *

* *a* Ein kleiner Büschel des vielfach verästelten, bandartig fadenförmigen Laubes, mit einzelnen Keimzellenhäufchen in nat. Größe; *b* ein ganz kleines Aestchen, schwach vergrößert, um die Regelmäßigkeit der eigenthümlichen Verästelung zu zeigen; *c* eine einzelne Astspitze mit der Endzelle, durch deren Theilung die Zellenvermehrung und das ganze Wachsthum vor sich geht; *d* ein größerer Theil einer Astspitze, 200fach vergrößert, um das Zellgewebe zu zeigen; *e* ein kleines Stück von einem Durchschnitte des Zellgewebes, stärker vergrößert; die kleinen Zellen bilden die Rindenschicht, die großen liegen in der Mitte; *f* ein Keimzellenhäufchen im Durchschnitte; man sieht in der Hülle die handförmig verästelte Grundzelle, viele Keimzellen mit dunklem Inhalte und kleinere, neugebildete, noch hellfarbige; *g* einige Keimzellen stärker vergrößert; *h* Astspitzen in welchem Sporenbehälter liegen.

entstehen als vereinzelte beerenförmige Auswüchse auf dem gewöhnlich nicht mit Seitenzweigen versehenen Rande der Aeste. Dieselben wachsen ursprünglich als kurze Aestchen hervor, in deren Mitte aber eine stark zunehmende Zelle als Mutterzelle eine große Menge (mehrere hunderte) von länglich eiförmigen K e i m z e l l e n erzeugt, die als ein kugeliges Häufchen innerhalb einer gemeinsamen Hülle von Zellgewebe (wovon der

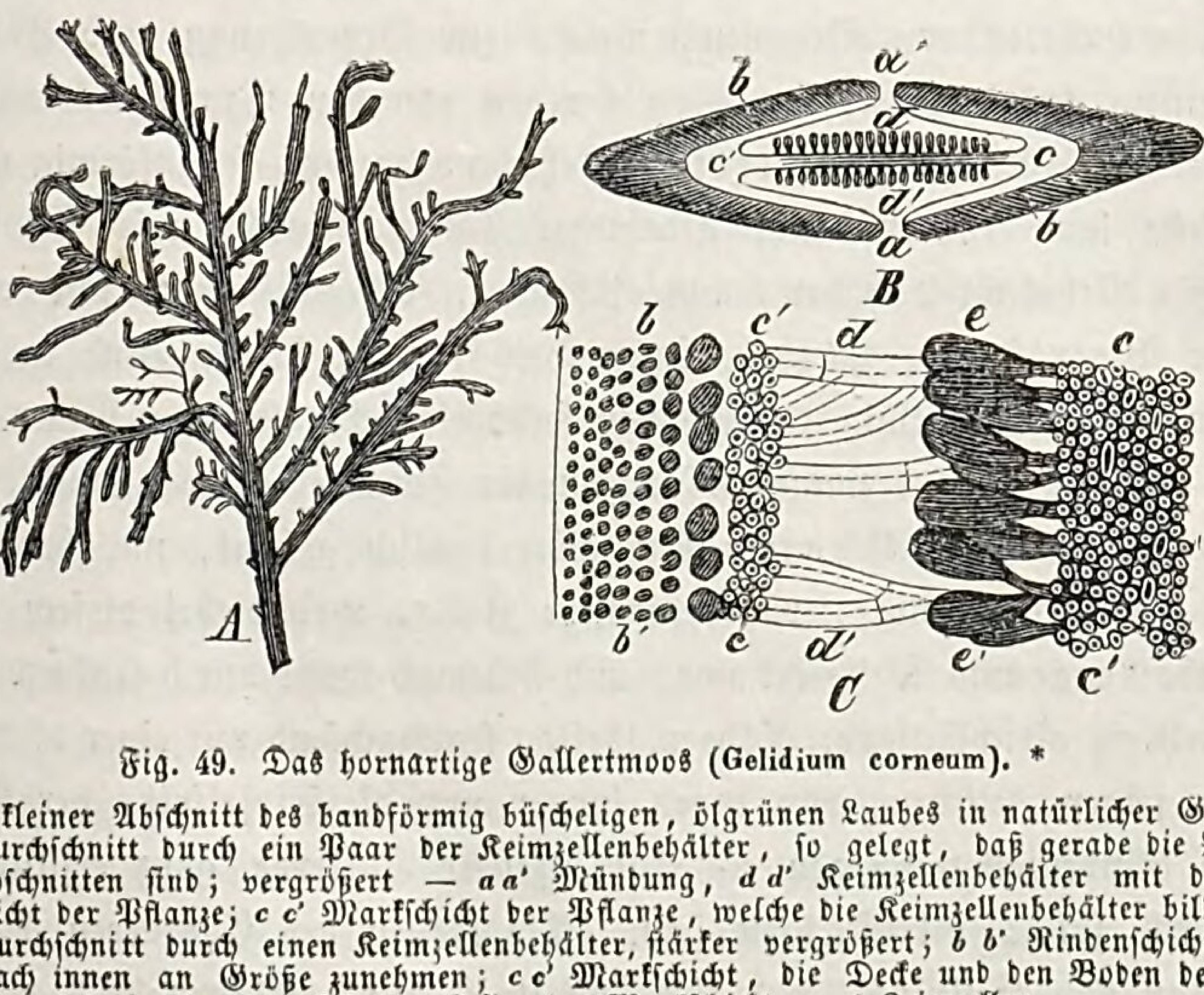


Fig. 49. Das hornartige Gallertmoos (Gelidium corneum). *

* **A** Ein kleiner Abschnitt des bandförmig büscheligen, ölgrünen Laubes in natürlicher Größe.
B Ein Durchschnitt durch ein Paar der Keimzellenbehälter, so gelegt, daß gerade die Mündungen der letzteren durchschnitten sind; vergrößert — *a a'* Mündung, *d d'* Keimzellenbehälter mit den Keimzellen; *b b'* Rindenschicht der Pflanze; *c c'* Markschicht der Pflanze, welche die Keimzellenbehälter bildet.
C Ein Durchschnitt durch einen Keimzellenbehälter, stärker vergrößert; *b b'* Rindenschicht, deren Zellen von außen nach innen an Größe zunehmen; *c c'* Markschicht, die Decke und den Boden des Keimzellenbehälters bildend; *d d'* einzelne fadenförmige Zellen der Markschicht; *e e'* Keimzellen.

Durchschnitt e) wie in einer Blase liegen und sich nach und nach mit dunkelrothem, schleimig körneligem Inhalte füllen. — Das hornartige Gallertmoos (Fig. 49) des Mittelländischen Meeres bildet regelmäßige, immer nach beiden Seiten zugleich Seitenzweige aussendende, Bändchen. Das Zellgewebe dieser Pflanze läßt eine innere, aus sehr langgezogenen und zarten, fast farblosen Zellen bestehende Markschicht und eine äußere, aus mehr kugeligen und rothfarbigen, nach außen immer kleineren Zellen gebildete Rindenschicht erkennen. Die Sporenmutterzellen liegen bei dieser Pflanze in der Rindenschicht junger Aestchen. Die Antheridien sind auch hier noch nicht beobachtet worden. Die Keimzellenhäufchen entwickeln sich in kurzen Aesten innerhalb der Markschicht in flachen linsenförmigen Höhlungen, welche paarweise, den Flächen des Astes entsprechend, so beisammen liegen, daß sie nur durch eine geringe Zwischenlage der Markschicht getrennt bleiben, und welche sich durch eine kleine Oeffnung in der Mitte ihrer Fläche nach außen öffnen. Durch diese Höhlungen verlaufen, die beiden durch dieselben von einander gesonderten Marklagen gleichsam zusammenhaltend, einzelne zu zweien oder dreien aneinandergelegte kurzfadenförmige Zellen, zwischen denen zarte, aus einigen Zellen bestehende Härchen entspringen, deren Gipfelzellen, stark eiförmig anschwellend, sich zu Keimzellen ausbilden. Die fossilen Florideen, deren manche, ziemlich unzweifelhaft als solche erkennbar, in den Schichten der verschiedensten Perioden, selbst in denen der Uebergangsformation, bekannt geworden sind, können natürlich nicht immer mit Sicherheit von den fossilen Fucoiden unterschieden werden. Doch ließe sich vermuthen, daß diese Klasse, welche die unvollkommene Organisation der Tange mit einer an höhere Klassen erinnernden Entwicklung der Fortpflanzungsorgane vereinigt, ähnlich den gemischten Naturen unter den Thieren, ein höheres Alter in der Schöpfung, als selbst die Tange besitzen.

* * *

Gewisse unscheinbare, nur einige Zolle, höchstens einige Fuße lange Pflänzchen unserer Flüsse und Teiche, welche man für Fadenalgen zu halten geneigt sein könnte, dürften an dieser Stelle einer besondern Erwähnung verdienen, indem sie durch zwei verschiedene Arten von Organen, welche zur Vermehrung und Fortpflanzung derselben dienen, ausgezeichnet sind — wir reden von den Armleuchterchen oder Characeen. Das Geschlecht Nitella besteht aus zarten, fadenförmig an einander gereihten, sehr lang röhrenförmig gedehnten Fäden, welche mit Confervenfäden die allergrößte Aehnlichkeit haben, aus einfachen, oft zolllangen und daher schon bei schwacher Vergrößerung gut zu beobachtenden Zellen bestehen, und in bestimmten Entfernungen einen quirlförmigen Kreis von sechs bis acht ähnlichen Fäden aussenden, so daß das ganze Gewächs einigermaßen an die Form eines Armleuchters erinnert (Fig. 50). Die größeren Charen sind ganz ähnlich gebaut, nur bedeckt sich die langgestreckte, spiralig kantige, röhrenförmige Zelle, welche bei diesem Geschlechte eine bedeutende Länge und Weite erlangt, und sich auch wohl durch senkrechte Scheidewände in mehrere gleichlaufende Röhren theilt, fortwachsend mit einer dichten rindenartigen Lage feiner Zellchen, von denen immer nur die Gipfelspitze der Röhrenzelle frei ist. Die Rindenzellen pflegen mit kohlensaurer Kalkerde ganz erfüllt und auch äußerlich durch solche infrustirt zu sein. Die Zellen der Characeen bestehen aus einer Membran von Cellulose, und ihr Inhalt ist durch Chlorophyll grün gefärbt.

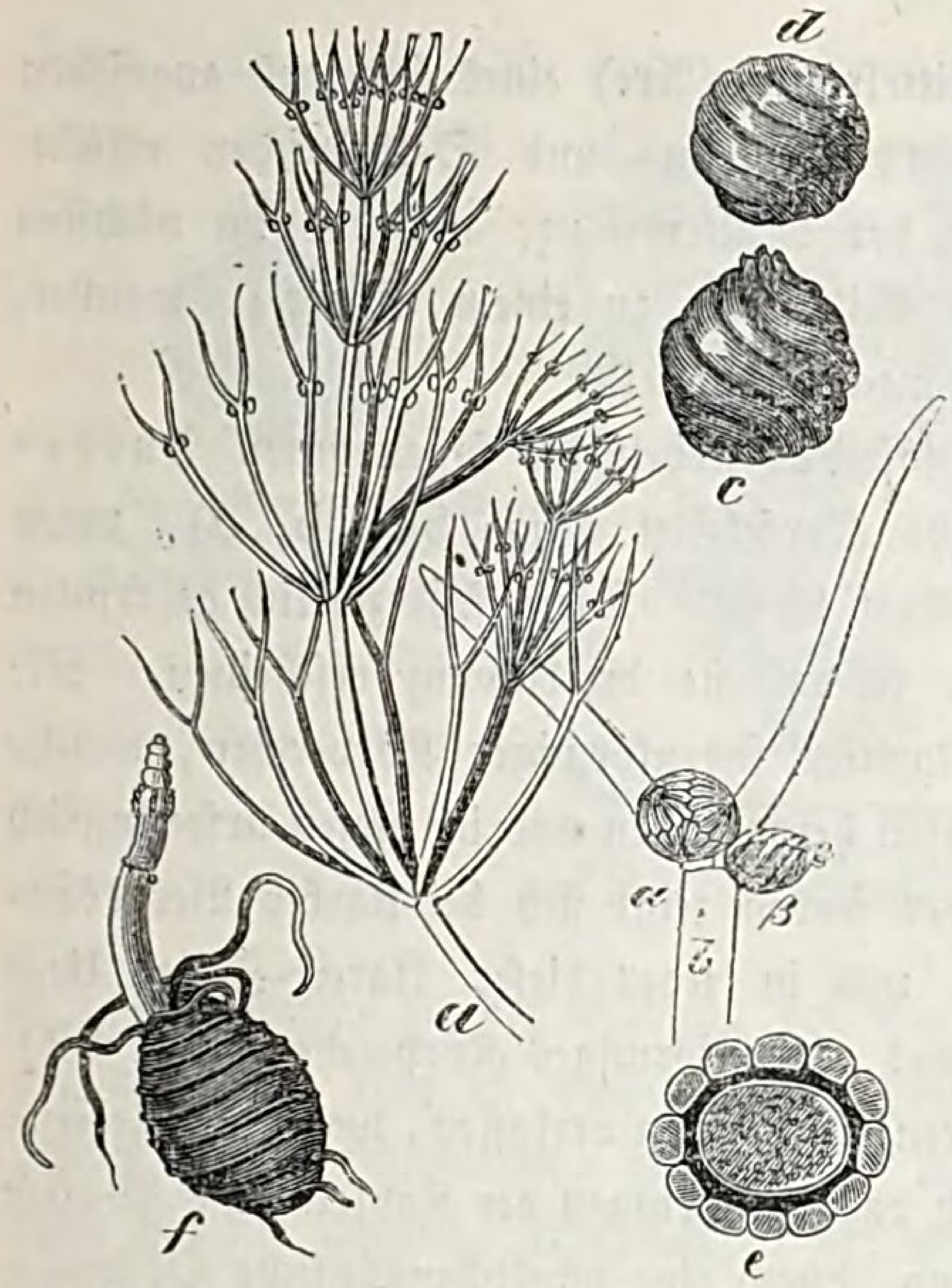


Fig. 50. Der kleine Armleuchter (Chara s. Nitella flexilis). *

* *a* Ein kleiner Zweig mit Nebenzweigen; die jüngern Astzellen sind fruchttragend; schwache Vergrößerung; — *b* eine Astzelle mit Gabeltheilung, welche bei α eine Antheridienkapsel, bei β eine Keimkapsel trägt; stärkere Vergrößerung; — *c* eine Keimkapsel, aus spiralig zusammengedrehten Zellen bestehend; noch stärkere Vergrößerung; — *d* die Keimzelle aus einer Keimkapsel, von den Hüllzellen befreit; *e* eine Keimkapsel durchschnitten; man sieht in der Mitte den Durchschnitt der Keimzelle mit schleimig körneligem Inhalte, ringsherum die Durchschnitte der Hüllzellen; *f* eine keimende Keimzelle, aus der Keimkapsel hervorwachsend, mit beginnenden Astzellen, von der borstigen Chare (Chara hispida).

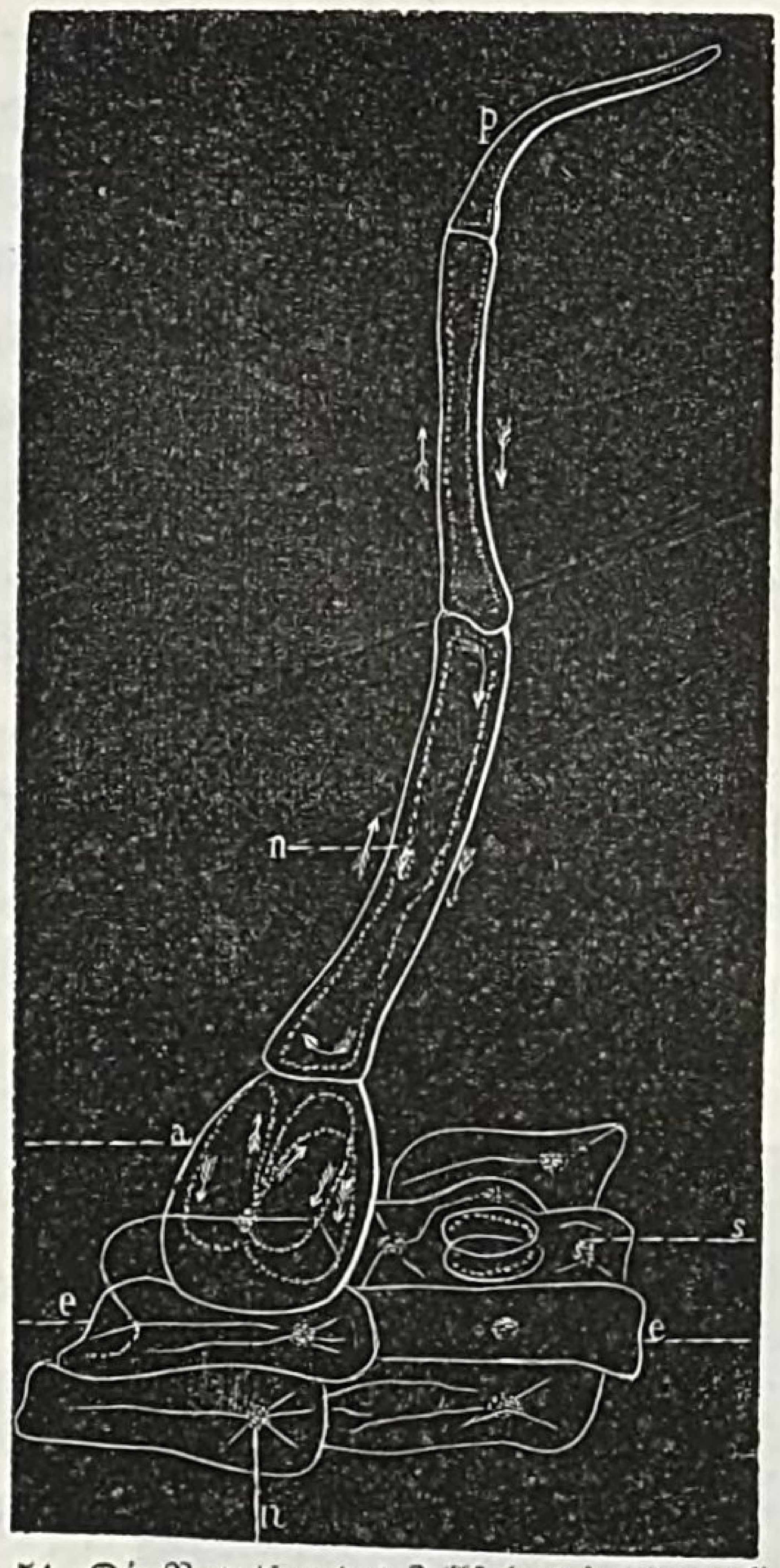


Fig. 51. Die Rotation des Zellsaftes in einem Haare der virginischen Tradeskantie (Tradescantia virginica) unter starker Vergrößerung. *

* *e e* Stücke der Oberhaut des Blüthenkelches der Tradescantie; *ss* sogenannte Stomate oder Spaltöffnungen in der Oberhaut; *n n* Kerne der Zellen, aus denen die Oberhaut und das Haar besteht; *a* Grundzelle des Haares mit mehreren sich kreuzenden, am Zellenkerne zusammentreffenden Strömungen; *p* Spitze des Haares.

Bei den durchsichtigen Nitellen, und auch bei den Charen, wenn man die Rindenschicht von denselben abgeschabt hat, beobachtet man deutlich eine Bewegung des Zellsaftes, welche innerhalb einer jeden Zelle, mit einer Schnelligkeit von etwa 2 Linien in der Minute, einen einerseits aufsteigenden, oben umwendenden, andererseits absteigenden und unten wieder in die erste Richtung zurückkehrenden Strom hervorruft. Man bezeichnet diese, übrigens wahrscheinlich in jeder Pflanzenzelle stattfindende und in vielen röhrenförmig gestreckten Zellen, besonders in solchen, welche die an Stengeln und Blättern häufig vorkommenden Haare (Fig. 51) bilden, ebenfalls beobachtete Erscheinung als „Rotation" des Zellsaftes.

Einige Charen besitzen an den Verästelungsstellen kleine längliche Läppchen von Zellgewebe, in Form von schmalen Blättchen oder Borsten, welche gewöhnlich auch mit dem Namen Deckblättchen bezeichnet werden, weil sie den hervorsprossenden Verästelungen anfangs gleichsam wie eine Decke anliegen.

In den Winkeln, welche die Verästelungen bilden, tragen die Characeen kleine eiförmige, orangefarbige Knöspchen. Dieselben (Fig. 50, b, β) scheinen kurze und eigenthümlich ausgebildete Zweige zu sein; jedes derselben besteht nämlich aus einer Anzahl kurzer Röhrenästchen, welche spiralförmig zusammengedreht sind, so daß ihre Spitzen auf dem Gipfel eine kleine Rosette bilden, und zwischen diesen Aestchen steht mitten inne eine ganz kleine kugelige Zelle, wie in einer Kapsel. Diese letztere

Zelle kann nur als ganz kurz gebliebene Mittelröhre (Axe) eines Zweiges angesehen werden. Sie ist mit großen Stärkekörnern, Schleim- und Oeltröpfchen erfüllt. Das ganze Knöspchen fällt im Herbste von der Mutterpflanze ab, und im nächsten Frühlinge entwickelt sich die eingeschlossene Mittelzelle zu einem Stengel, welcher, sich verästelnd, ein vollständiges neues Pflänzchen darstellt.

Zwischen den so eben beschriebenen Knöspchen stehen die sogenannten Antheridien, kugelförmige braune, später rothe Kapselchen (Fig. 50, b, α), deren Entstehung und Bedeutung noch sehr räthselhaft bleibt. Diese sehr zierlich geformten Kapselchen springen auf dem Gipfel auf, so daß sie dreiklappig erscheinen. Sie enthalten eine große Menge zusammengekrümmter fadenförmiger Körperchen, welche büschelweise aus kleinen glockenförmigen Hülsen hervorragen und in diesen ursprünglich eingeschlossen gewesen zu sein scheinen. Jeder Faden zeigt sich bei starker Vergrößerung als eine nostokähnliche Zellenreihe, und in jeder dieser klaren Zellen liegt ein spiralig zusammengerolltes, äußerst kleines, fadenförmiges Körperchen (Fig. 52).

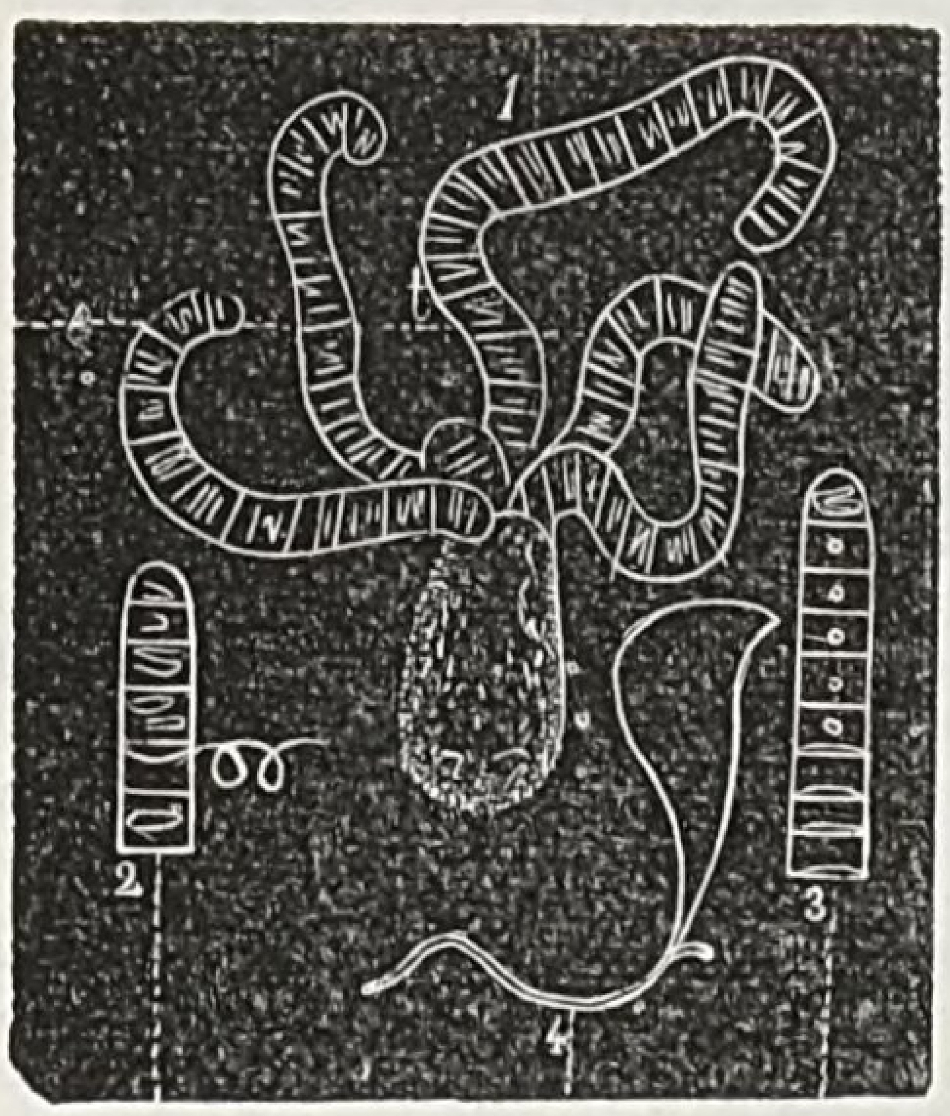


Fig. 52. Inhalt der Antheridien der gemeinen Chara (Chara vulgaris), stark vergrößert.*

* 1 Eine glockenförmige Hülle, an welcher viele fadenartige Zellenreihen (*t*) hangen; 2 das Ende einer solchen Zellenreihe, in deren Zellen man die Spiralfäden sieht, deren einer so eben herausdringt; 3 ein ähnliches Stück einer Zellenreihe, deren Zellen, mit Ausnahme der letzten, schon leer sind; 4 ein Spiralkörperchen, noch stärker vergrößert.

Diese letzteren Körperchen verlassen, wenn die Zellenreihen durch das Aufspringen der Kapseln in's Wasser gerathen sind, durch eine pünktchenähnliche Oeffnung die Zellen, in welchen sie lagen, rollen sich dabei auseinander und bewegen sich sehr lebhaft im Wasser umher. Man bemerkt nun erst, daß sie an einem Ende flaschenförmig verdickt, und somit als Zellen mit fadenförmiger, spiralig gewundener Verlängerung zu betrachten sind. Den Zweck und die Natur dieser seltsamen Gebilde, welche man Spiralzellen oder Spermazellen nennt, kennt man nicht. Ihre Erscheinung erinnert an die Spermatozoen der thierischen Befruchtungsfeuchtigkeit (Fig. 1056), und Viele sind geneigt, sie für etwas Entsprechendes zu halten, sowie man auch in den Sporidien der Florideen (Fig. 47) einen ähnlichen Spiralfaden vermuthet. Man wird dazu geführt durch ähnliche Vorkommnisse, welche wir bei den vollkommeneren Klassen der Moose kennen lernen.

Die Pflanzen dieser Gruppe zeichnen sich durch Entwicklung eines sehr übeln Schwefelwasserstoffduftes aus, welcher vielleicht durch eine Zersetzung der Proteinsubstanzen in den älteren, nicht mehr lebensthätigen Zellen hervorgerufen wird.

Von Characeen hat man Spuren schon in gewissen, allem Anscheine nach aus stehenden Binnenwassern abgesetzten, Schichten der ältesten Tertiärformation ganz deutlich erkennbar erhalten gefunden; ja man kennt aus der Molassenformation (Fig. 53) sogar deutliche Knöspchen derartiger Gewächse, welche unter dem Namen Gyrogoniten bekannt sind. — Vielleicht waren mit dieser, in der gegenwärtigen Schöpfungsperiode so wenige Gattungen aufweisenden Pflanzengruppe gewisse räthselhafte Gewächse verwandt, deren Abdrücke sich im Steinkohlengebirge außerordentlich häufig zeigen, die mit gegliederten Stengeln und mit quirlartig stehenden Kreisen von Blättchen oder Aestchen versehenen Annularien (Fig. 54), Sphenophyllen (Fig. 55)



Fig. 53. Sporen von Chara medicagenula aus der Molassenformation, vergrößert.

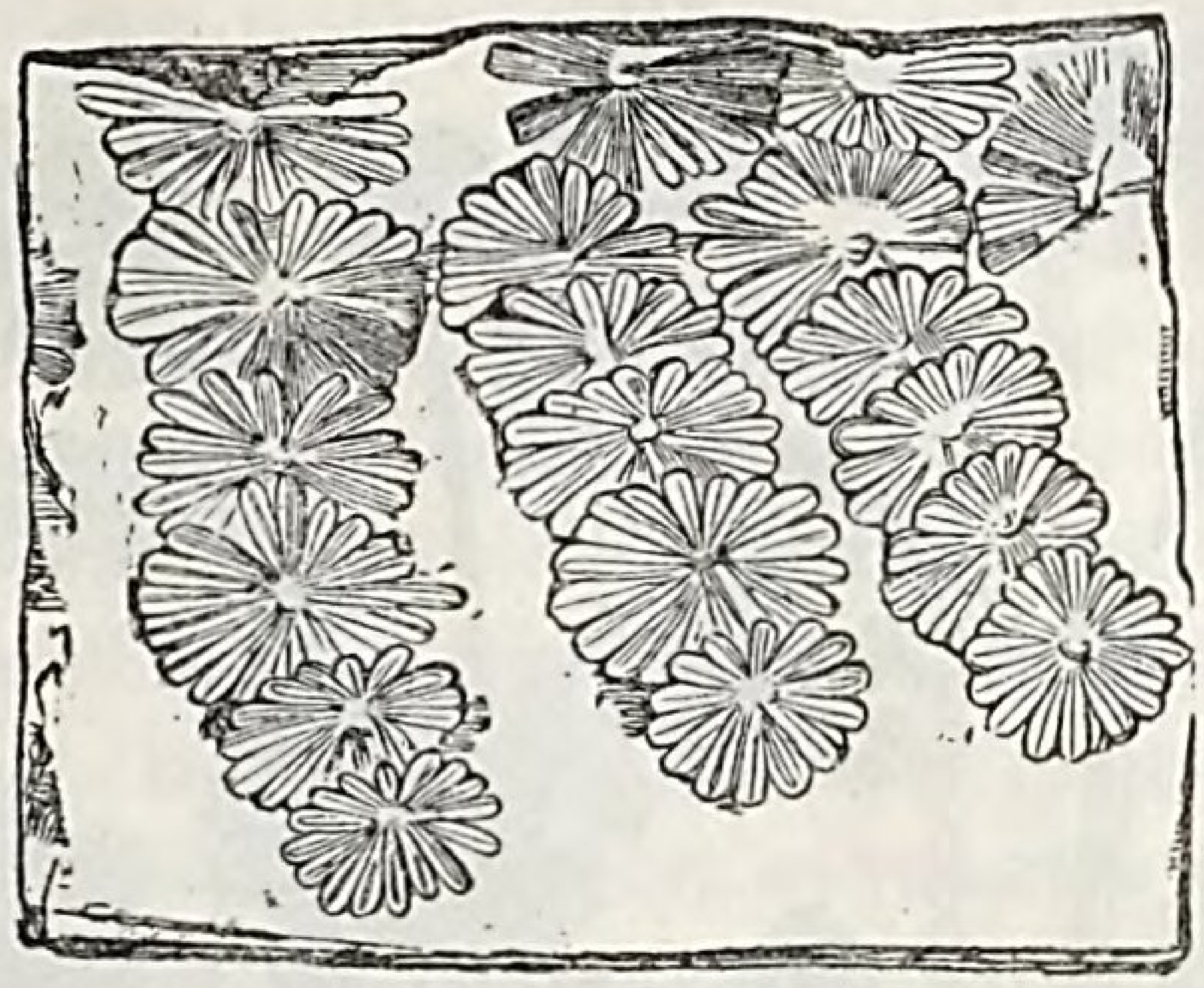


Fig. 54. Abdruck von Annularia brevifolia aus der Steinkohlenformation.

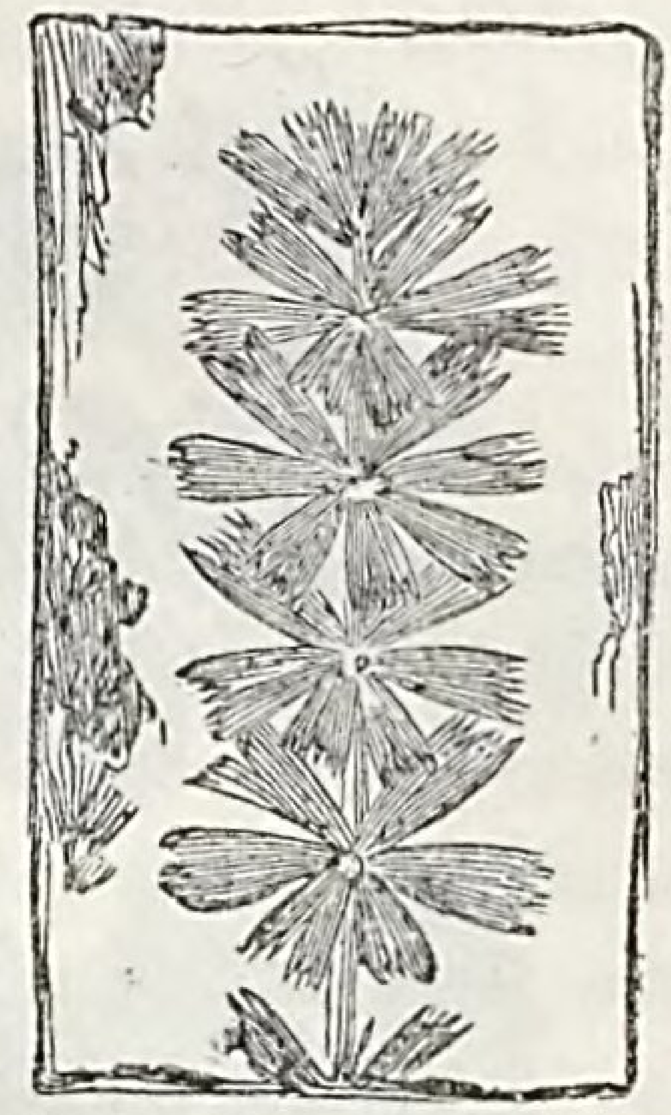


Fig. 55. Abdruck von Sphenophyllum dentatum aus der Steinkohlenformation.

u. s. w., welche zu der Bildung der Steinkohle nicht geringe Beiträge geliefert haben. Zwar theilen diese in mancher Beziehung Eigenthümlichkeiten der jetzigen Schafthalme oder Equisetaceen, zu welchen man sie gewöhnlich zu stellen pflegt, allein man hat nie ähnliche Fruchtzapfen bei denselben entdeckt, wie diejenigen, welche die Equisetaceen (Zapfenfarren) charakterisiren, und es würde den bei den Thieren genugsam gemachten Erfahrungen durchaus entsprechen, bei ausgestorbenen Mitgliedern einer niederen Klasse in den älteren Formationen Merkmale zu finden, welche gegenwärtig einer höher organisirten Klasse vorzugsweise zukommen. In der jetzigen Periode nehmen die Characeen an der Bildung des Torfes bedeutenden Antheil.

II. Klasse. Die Lebermoose.

Der zufällige Umstand, daß eine Pflanze dieser Klasse ehedem unter dem Namen Sternleberkraut, Leberflechte oder Lebermoos (Herba lichenis stellati, oder muscus hepaticus) gegen verschiedene Krankheiten der Leber und anderer Organe in arzneilichem Gebrauche stand, hat zu der Benennung der Lebermoose Veranlassung gegeben. Jene officinelle Pflanze ist die zur Erläuterung der Organisation der ganzen Klasse und ihrer Verwandtschaft mit andern Klassen des Pflanzenreichs vorzüglich geeignete, vielgestaltige Marchantie (Fig. 56), welche auf feuchtem, besonders sandigem Boden und an nassen Felsen oft in großer Menge wächst. Auf den ersten Blick hat das blattförmig, viellappige, sehr unregelmäßig gestaltete Laub derselben einige Aehnlichkeit mit manchen Flechten, wenn solche in nassem Zustande dunkelgrün erscheinen. Ihre Oberfläche ist durch viele sehr zarte, erhabene, hellgrüne Linien und Pünktchen runzlig, zwischen denen, besonders in der Mittellinie der Lappen, schwärzlich dunkle vertiefte Aderchen verlaufen. Die Unterseite des Laubes zeigt eine braune oder violette Färbung, ist ebenfalls runzlig und längs der Mittellinie mit vielen büschelförmig herabhangenden Fäden versehen, mit denen die Pflanze in den Boden eindringt und sich festklammert. Das ganze Laub besteht, mit Ausnahme des mittleren Theiles, aus einer ziemlich gleichartigen Zellenschicht, deren Zellen durch fast gar keinen Zwischenzellenstoff von einander getrennt, sondern mehr oder weniger dicht zusammengedrängt und daher nicht vollkommen abgerundet, sondern

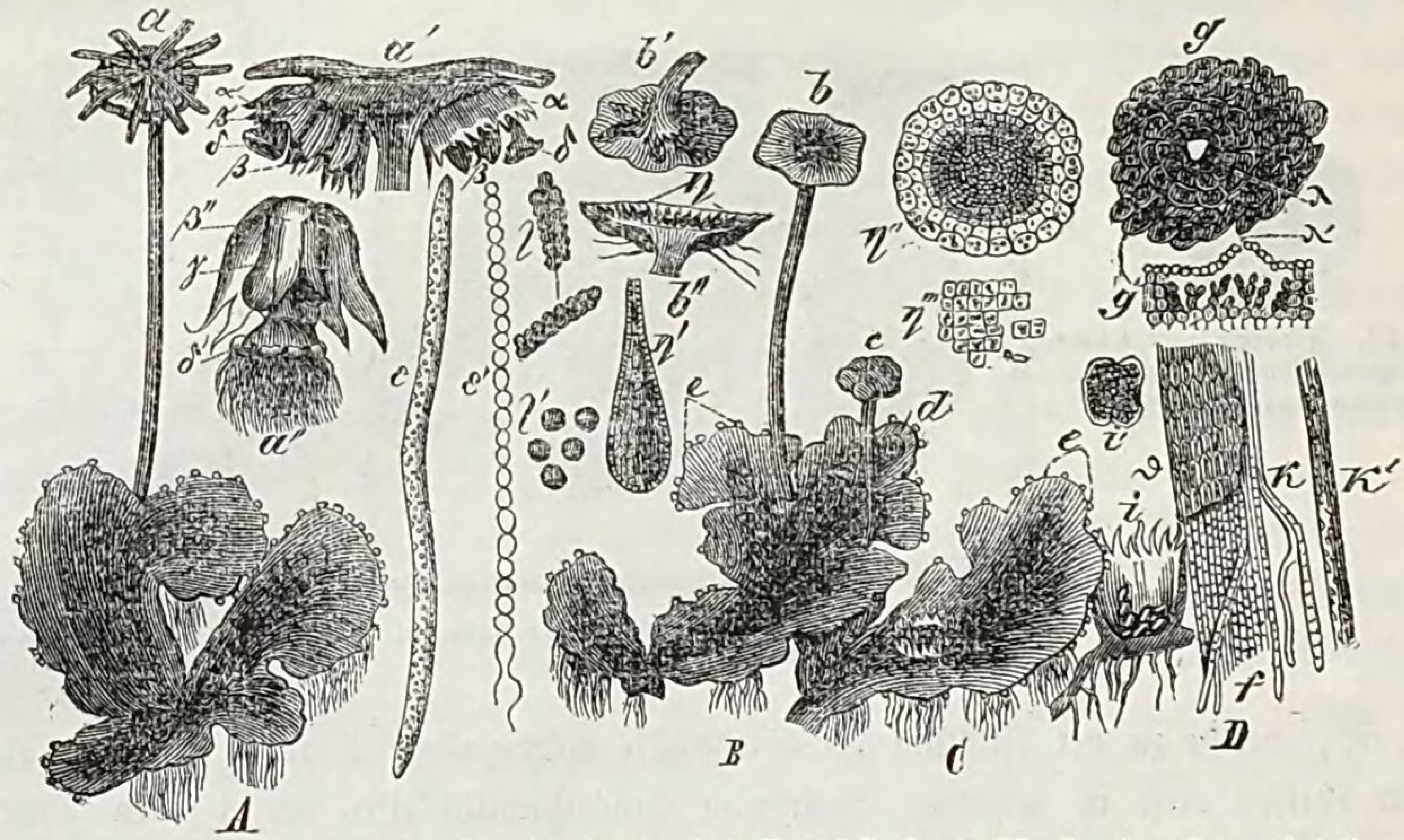


Fig. 56. Die vielgestaltige Marchantie oder das Sternleberkraut (**Marchantia polymorpha**). *

* **A** Ein sporangientragendes (weibliches) Laub in nat. Gr. — *a* Langgestielter, sternförmiger Schild, auf dessen Unterseite sich die Sporangien befinden; *a'* ein Durchschnitt des Schildes, vergrößert; α äußere, für mehrere Sporangien gemeinsame Hülle; α' dieselbe geöffnet; β besondere Sporangienhülle, noch geschlossen; β' dieselbe geöffnet; δ die daraus hervorragende Mündung eines Sporangium; *a''* eine besondere Sporangienhülle: β'', geöffnet, um die innerste Sporangienhülle oder Haube γ zu zeigen, aus welcher, nachdem sie fast zweiklappig aufgerissen ist, die Mündung des Sporangium δ' hervorragt; letztere ist mit zurückgerollten klappenartigen Spitzchen aufgesprungen und schüttet gerade ihren Inhalt von Elateren und Sporen aus; ε eine Schleuderzelle in unreifem Zustande, worin man den Verlauf der spiralförmigen Verdickung wenigstens an den beiden Seiten bemerkt; ε' dieselbe Zelle, spiralig zerrissen, als doppeltes Schleuderband; ζ Sporen in unreifem Zustande, in Paketchen zusammenhangend; ζ' reife Sporen, wie sie mit den reifen Elateren ausgeschüttet werden.

B Ein antheridientragendes (männliches) Laub in nat. Gr. — **b** Langgestielter scheibenförmiger Schild, in welchem die Antheridien liegen; *c* ein solcher Schild in jüngerem Zustande; *d* die Knospe eines solchen, so eben hervorbrechend; *e* Spreuschüppchen am Rande des Laubes; *b'* ein Antheridienschild, vergrößert, von der Unterseite; *b''* der Durchschnitt eines solchen; η Antheridien; η' ein Antheridium, stärker vergrößert; η'' Querdurchschnitt eines solchen, noch mehr vergrößert; η''' Zellen, welche in den Antheridien enthalten sind.

C Ein unfruchtbares (geschlechtsloses) Laub mit einem Brutbecher. — *i* Durchschnitt eines Brutbechers mit dem Laube, welches ihn trägt, um die Soredien- oder Brutzellenhäufchen zu zeigen; *i'* ein Brutzellenhäufchen, stärker vergrößert.

D Zellenstruktur der Marchantie, vergrößert; *f* ein Theil des Fruchtstiels, mit den Faserzellen *k* und einer Rinde polyedrischer Zellen ϑ; *k'* eine Faserzelle, stärker vergrößert; *g* ein Stück von der Haut eines Blattes mit rundlich polyedrischen Zellen, welche eine Spaltöffnung λ umgeben; *g'* senkrechter Schnitt durch dieselbe Partie des Blattes, minder vergrößert; λ' Stoma oder Spaltöffnung, mit darunter befindlicher Lufthöhle.

vielflächig (polyedrisch) gegen einander abgeplattet sind (g). Zellgewebe von solcher Beschaffenheit, welches bei allen vollkommeneren Pflanzen sehr häufig und allgemein gefunden wird (Fig. 57), pflegt man mit dem besonderen Namen von Parenchym (parenchyma) zu belegen, während das aus zusammengehäuften, rundlichen Zellen bestehende Zellgewebe, welches bei den unvollkommeneren Pflanzen sehr allgemein, ja mitunter ausschließlich vorhanden ist, bei vollkommeneren Pflanzen aber viel seltener und vorzugsweise in ganz jungen Theilen bemerkt wird (Fig. 58), unter der Benennung von Merenchym (merenchyma) davon unterschieden werden soll.

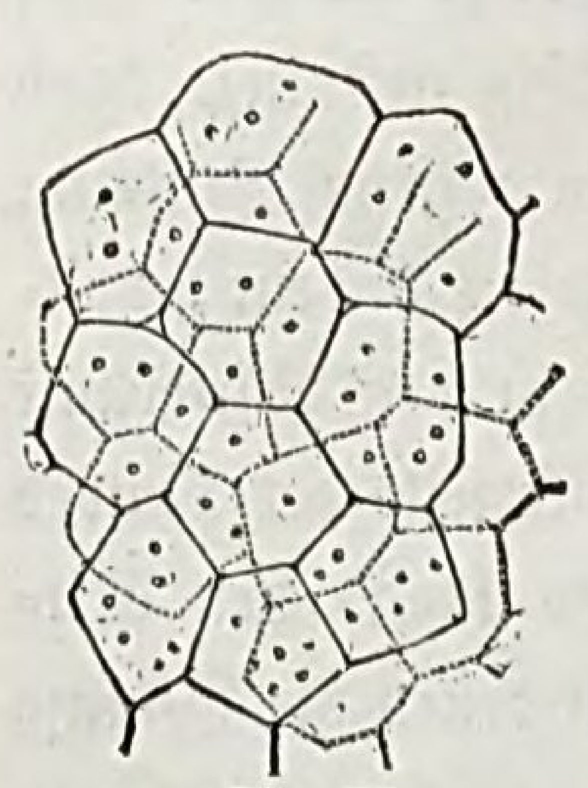


Fig. 57. Parenchym des Hollunders (**Sambucus nigra**), aus dem Marke genommen, vergrößert.

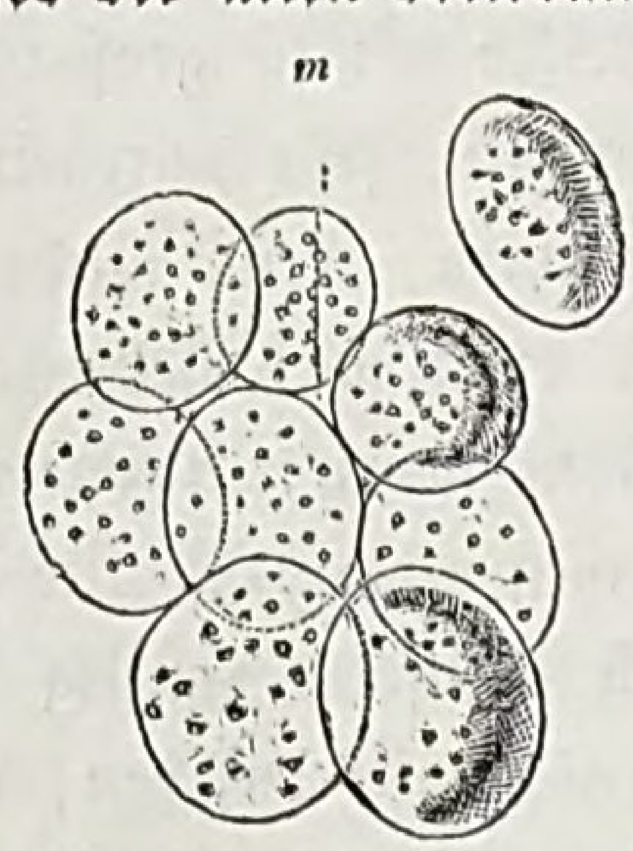


Fig. 58. Merenchym aus einem jungen Blatte des gemeinen Hauslaubes (**Sempervivum tectorum**), vergrößert. *

* *m* Zwischenräume der Zellen, sogenannte Zwischenzellengänge.

Eine dichtgedrängte parenchymatische Zellenlage bildet eine zarte Rinde der Pflanze, welche man Oberhaut oder Epidermis nennt, und welche auch diejenigen Theile überkleidet, welche innerlich aus ganz anders geformten Zellen bestehen (f). Diese Oberhaut zeigt hie und da Lücken, sogenannte Stomate oder Spaltöffnungen (λ), unter welchen das Zellgewebe locker und lückenhaft ist, und daher auch rundliche Zellen zeigt. Solche Lücken des Zellgewebes, in welche die Luft einzudringen vermag, werden als Lufthöhlen bezeichnet. Die Zellen der ganzen Pflanze sind meistens mit farblosem Safte gefüllt, in welchem Körnchen von Stärkemehl und andere von Chlorophyll grüngefärbte, wahrscheinlich aus Wachs bestehende, Kügelchen schwimmen. Die Zellen der schwärzlich und violett erscheinenden Partieen, besonders auch die der Unterseite, entbehren solcher Kügelchen und enthalten gleichmäßig violett gefärbten Saft. Der mittlere Theil des Laubes besteht aus ganz anders gestalteten Zellen, nämlich solchen, welche fadenförmig in die Länge ausgedehnt sind und daher Faserzellen genannt werden (f). Das aus solchen Fasern gebildete Fasergewebe oder Prosenchym (prosenchyma) findet sich bei allen vollkommeneren Pflanzen, besonders in solchen Theilen, welche stark in die Länge ausgedehnt sind, und zumal als Hauptbestandtheil des Holzes sehr häufig (Fig. 59). Bei den Marchantien bildet es vorzugsweise bandartige Partieen in der Mitte der Lappen des Laubes, welche sich gabelig zertheilen, wie dieses selbst. Die Fasern zeigen einen ähnlichen Inhalt, wie die grünen Prosenchymzellen. Bei starker Vergrößerung bemerkt man an der inneren Wandung derselben eine vorspringende, spiralig verlaufende Leiste, welche durch allmählige Verdickung der Zellenwandung während des Wachsthumes und der Verlängerung der Zelle gebildet zu sein scheint und, wie die Zellenwandung der Faser selbst, aus Cellulose besteht. Durch diese Leiste ist der innere Raum der Faser zu einer schneckenförmigen Röhre geworden, in welcher man die Körnchen von Stärkemehl und Chlorophyll ziemlich vereinzelt liegen sieht (k'). Aus ganz ähnlichen, aber einfacheren und farblosen Faserzellen bestehen auch die haarähnlichen Fäden, mit welchen die Pflanze, wie oben erwähnt, den Boden sucht, und welche den Namen von Wurzeln mit vollem Rechte verdienen, indem die sehr zarten Zellenspitzen derselben vermittelst ihrer Auffaugungsfähigkeit der Pflanze vorzugsweise die Nahrung zuführen. Sie entspringen aus den im Laube befindlichen Prosenchymbändern und sind theils ganz vereinzelt, theils mehrere eine Strecke weit zusammengewachsen. Sie saugen die atmosphärische Feuchtigkeit, welche die allgemeinste Nahrung der Pflanzen, Kohlensäure und Ammoniak, aufgelöst enthält, theils unmittelbar, theils aus dem Erdboden, in welchen sie eindringen und in welchem die Feuchtigkeit einestheils sich dauernder erhält, als an der Oberfläche, anderntheils aber reichlichere Vorräthe von Kohlensäure und Ammoniak, vorzufinden und aufzulösen pflegt, vermittelst der Endosmose ein, und müssen dieselbe oder die aus dieser und aus den

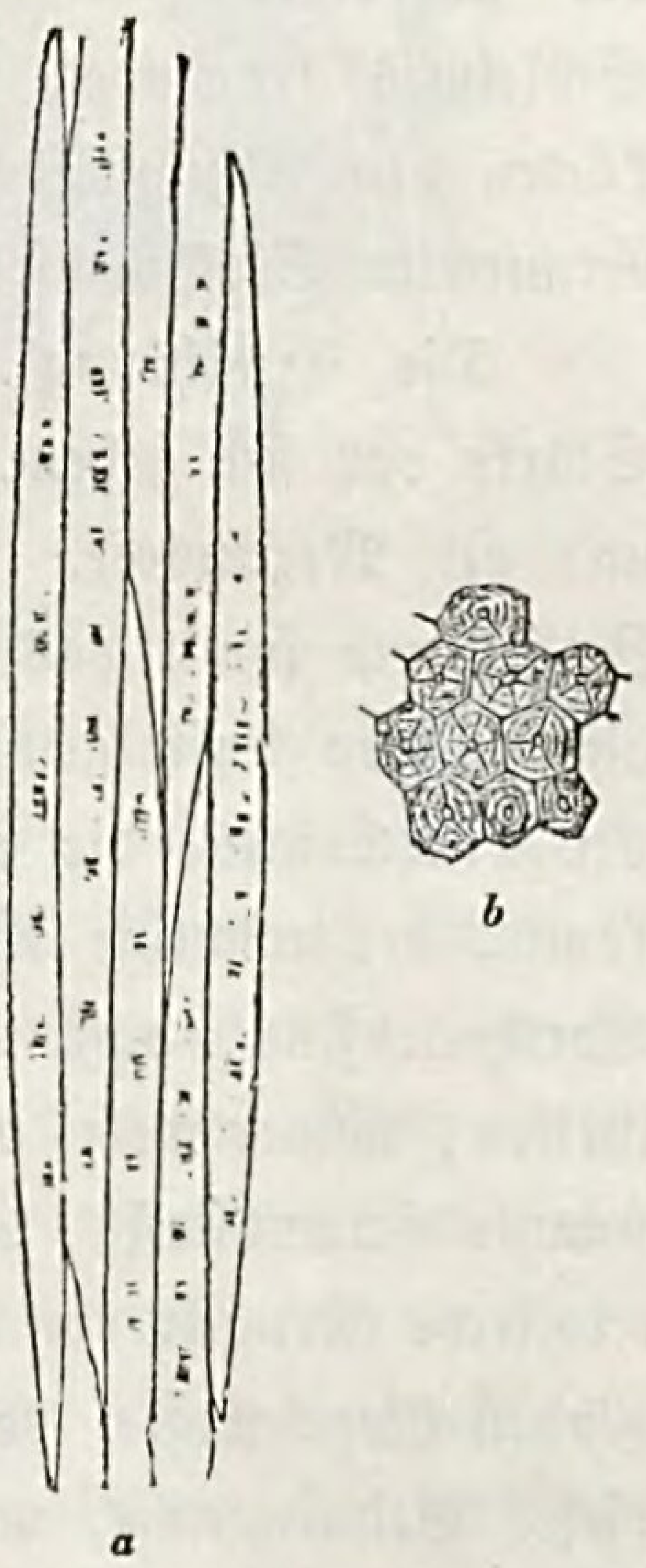


Fig. 59. Prosenchym von der gemeinen Jungfern- oder Waldrebe (Clematis vitalba).*

* a Einige Faserzellen; b Querschnitt derselben, welcher sich dadurch auszeichnet, daß man eine mehrfache schichtenweise Verdickung der Zellenwandungen bemerkt.

darin aufgelösten Stoffen in ihnen gebildeten Säfte von Zelle zu Zelle weiter befördern, so lange eine Ungleichheit in dem Inhalte der verschiedenen Zellen stattfindet. Daß eine solche aber fortwährend stattfinde, dafür sorgt die stets in den Zellen der Oberfläche vor sich gehende Verdunstung und die unter dem Einflusse des Sonnenlichtes geschehende Umwandlung der Mischungen der im Zellensafte enthaltenen Substanzen, bei welcher obendrein Kohlensäure aus der Luft eingenommen und mit Zurückhaltung des Kohlenstoffes reiner Sauerstoff wieder ausgedunstet wird. Aus dieser Umwandlung, von welcher man sich durch das Experiment überzeugen kann, wenn man Marchantien oder andere grüne Pflanzen unter einer mit Kohlensäure gefüllten Glasglocke wachsen läßt, geht als auffallendste Nebenerscheinung die Bildung des Chlorophylls hervor, welches daher diejenigen Zellen charakterisirt, in denen dieselbe vorzugsweise thätig ist, und welche somit, ihrem Inhalte nach, im entschiedensten Gegensatze zu den Wurzelzellen stehen. Die Aufnahme der Kohlensäure aus der Luft und die Ausdunstung des Sauerstoffes scheint vorzugsweise begünstigt und vermittelt zu werden durch die Lücken des Zellgewebes, welche vermittelst der Stomate oder Spaltöffnungen das Eindringen und den Ausgang der Gase gestatten, und innerhalb deren die Zellen zu diesem Stoffwechsel geeigneter sind, als die einen firnißartigen Ueberzug eingetrockneten oder wenigstens eingedickten Schleimes tragenden Zellen der Oberhaut. Somit entsprechen die Stomate und Lücken den Athmungsorganen der Thiere, während jedoch der durch die Athmung vermittelte Stoffwechsel bei den Pflanzen dem der Thiere gerade entgegengesetzt ist.

Die Ernährung der Marchantien kann begreiflicher Weise nicht mit solcher Stärke vor sich gehen, als die der ganz in Wasser wachsenden Mehrzahl der Algen und der Meermoose. Allein dieselbe, und in gleichem Maße die Vermehrung der Zellen und somit das Wachsthum, ist andererseits jedenfalls weit mehr begünstigt, als bei den Luftalgen, den Flechten, da den in die Erde eindringenden Wurzelzellen der Marchantien die ernährende Feuchtigkeit in der Regel nie völlig fehlt. Dazu kommt der wichtige Umstand, durch welchen wurzelnde Pflanzen außerordentlich im Vortheile sind, daß nämlich im Erdboden, außer den eigentlich erdigen Bestandtheilen, immer mehr oder weniger modernde thierische und pflanzliche Stoffe, sogenannte Humusstoffe, vorhanden zu sein pflegen, welche, sich durch Fäulniß zersetzend, reichliche Mengen von Kohlensäure und Ammoniak entwickeln und diese dem eindringenden Regenwasser oder Thau zur Auflösung darbieten. Allein auch abgesehen von dieser Beimengung, unterstützt der Erdboden die Ernährung der Pflanzen, indem die Bodenarten mehr oder weniger die Eigenschaft aller mit äußerst zarten Zwischenräumen versehenen (porösen) Körper besitzen, vermittelst deren sie gasartige Stoffe in sich einsaugen, verdichten und somit in größerem Maße in sich ansammeln, als man nach der Geringfügigkeit ihrer, dem bloßen Auge unsichtbaren Poren vermuthen möchte. So saugt die Erde die Gase der Atmosphäre in sich ein, und das im Boden von den Wurzeln der Pflanzen aufgenommene Wasser muß also weit nährender sein, als der Regen unmittelbar. — Da das Wachsthum der Marchantien lebhafter ist, als das der Flechten, so sind Störungen desselben oder gar zeitweiliges völliges Aufhören der Ernährung für sie nachtheilig und sogar tödtlich — in Uebereinstimmung mit einem im ganzen Pflanzenreiche sich wiederholenden Wechselverhältnisse, in Folge dessen diejenigen Gewächse die größte Ausdauer und Zähigkeit besitzen, deren

Vegetationsthätigkeit stets nur eine geringe ist. Und wie wir im Thierreiche allgemein die Regel beobachten, daß diejenigen Geschöpfe, deren Lebensthätigkeit in schneller Verdauung und Athmung die größte Stärke zeigt, in Betreff der Lebenszähigkeit bei weitem denjenigen nachstehen, bei welchen der Stoffwechsel mit der auffallendsten Langsamkeit vor sich geht, so können wir ganz Entsprechendes auch bei den Pflanzen beobachten.

Die *Fortpflanzungsorgane* der Marchantien (Fig. 60) sind, wie bei den Meermoosen von verschiedener Art. Man unterscheidet *Sporangien* mit *Sporen*, *Antheridien* mit *Spermazellen* und *Keimzellenhäufchen*.

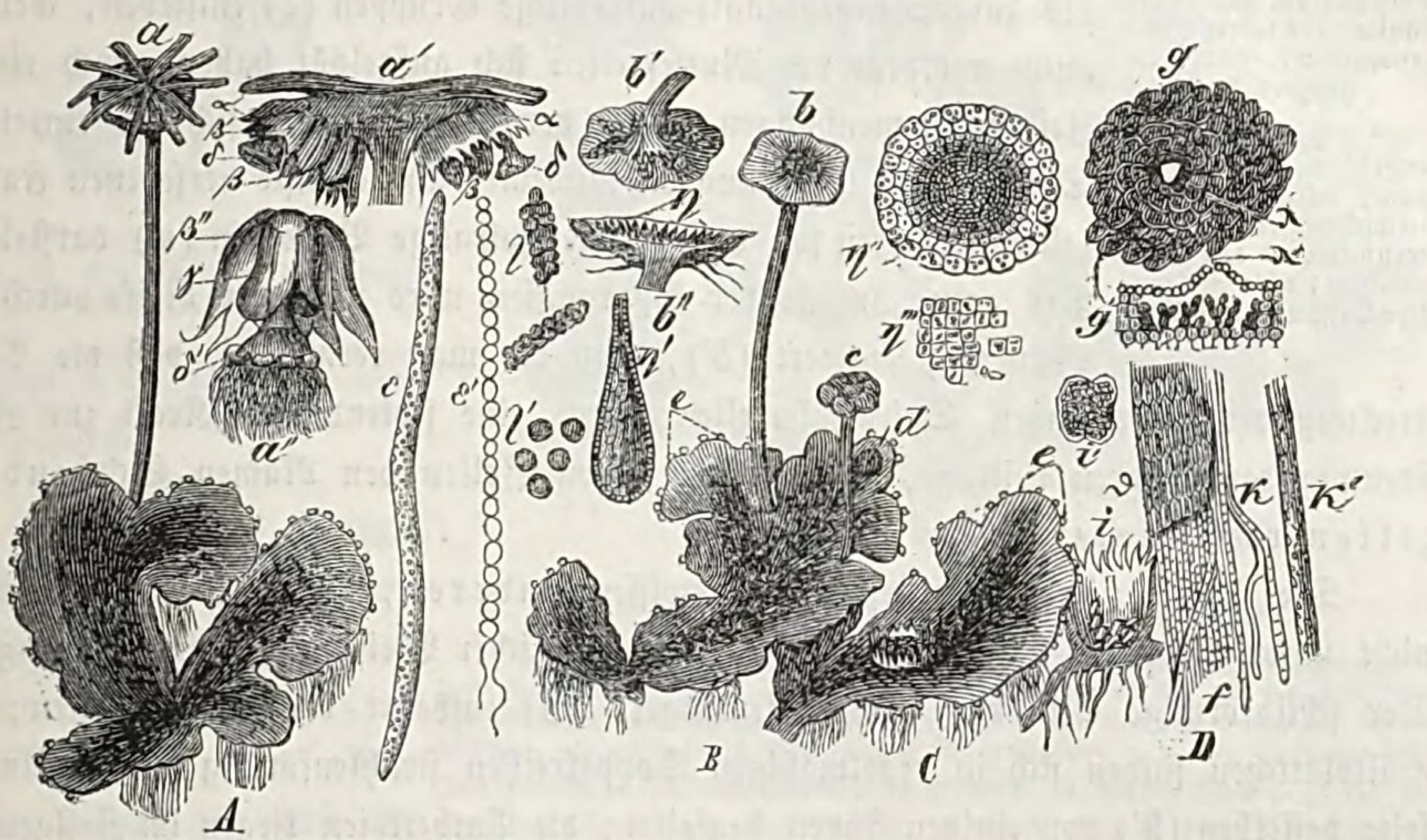


Fig. 60. Die Fortpflanzungsorgane der Marchantie.

Die Sporangien entstehen auf gewissen Laubstücken (A) auf der Mittellinie eines Lappens innerhalb eines kugeligen Auswuchses des Parenchyms, in dessen Mitte ein Bündel von Faserzellen sich hineinstreckt. Ursprünglich liegen die Sporangien in einer, das Mittelbündel umgebenden Höhlung dieses Auswuchses so, daß sie an die äußere Wand desselben angewachsen sind. Da aber der untere Rand dieser äußeren Wandung sich frühzeitig von dem Mittelsäulchen trennt und, während dieses als ein langer Stiel emporwächst, hutartig sich ausbreitet, so findet man die Sporangien bei fortgeschrittener Entwicklung auf der unteren Fläche eines langgestielten Hütchens oder Schildes, von dessen oberem Gipfel strahlenförmig einzelne Partieen des Zellgewebes über den Hutrand hinaus sich verlängern, um so einen fünf- bis elfstrahligen Stern darzustellen (Fig. 60, a). Auf der untern Seite dieses sternförmigen Hutes befinden sich zahlreiche, aus kleinen spreuartigen Blättchen bestehende Hüllen (α), deren jede mehrere besondere, anfangs knospenartig geschlossene Sporangienhüllen (β) umschließt. Innerhalb einer solchen Sporangienhülle befindet sich das Sporangium (δ), nochmals von einer besonderen kegelförmigen Hülle, der *Haube* (γ), umgeben, welche jedoch, durch das sich entwickelnde Sporangium gedrängt, sich am Gipfel mehr oder weniger zweiklappig öffnet, sowie dann auch die Sporangienhülle (β) zerrissen wird, und die blumenähnlich mit zurückgerollten Läppchen geöffnete Mündung des Sporangium sich hervorstreckt. Die Haube (Fig. 61) wächst, nachdem sie vom Sporangium durchbrochen worden ist, noch bedeutend, dieselbe ist

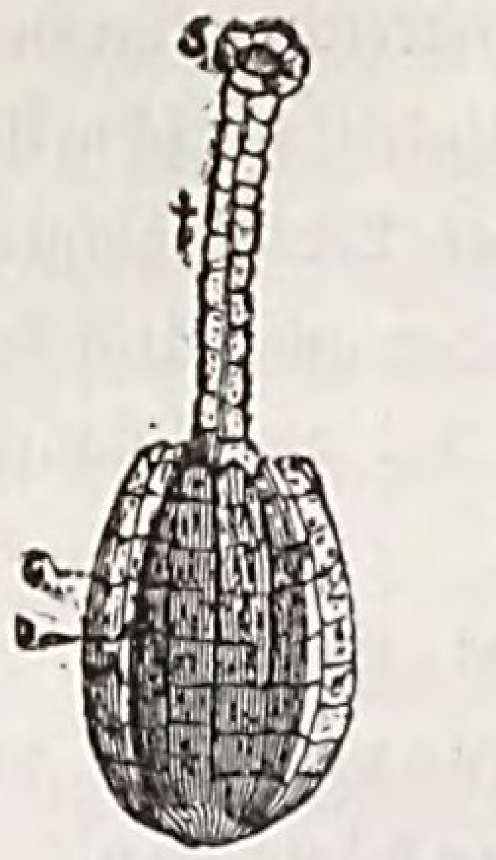


Fig. 61. Ein unreifes Sporangium der Marchantie, aus seiner Hülle genommen, stark vergrößert. *

* *c* Haube; *o* Sporenhöhlung des Sporangium, durch die Haube durchschimmernd; *t* Ausleerungsröhre des Sporangium; *s* blumenähnliche Oeffnung desselben.

umgeben mit fadenförmigen Zellenreihen, welche Paraphysen genannt werden. Der Stiel des Sporangienträgers (Fig. 60, f) besteht aus Faserzellen, an welchen sich eine Rinde von parenchymatischem Zellgewebe emporzieht; die hautige Ausbreitung des Hütchens und alle Hüllen der Sporangien bestehen aus Parenchym, aber einzelne Bündel von Faserzellen erstrecken sich aus dem Stiele in alle diese Organe hinein. Auch innerhalb der Sporangien bilden sich sehr zahlreiche Faserzellen (ε), und zwischen denselben die Sporenmutterzellen, innerhalb deren die Sporenzellen als zusammengedrängte paketartige Gruppen (ζ) entstehen, welche, auch nachdem die Mutterzellen sich aufgelöst haben, noch einige Zeit zusammenhangen. Bei der Reife trennen sich die einzelnen Sporenzellen (ζ'), und die mit einer Spiralleiste versehenen Faserzellen zerreißen so, daß sie zwei spiralige Bändchen (ε') darstellen. Der ganze Inhalt der Sporangien wird nach der Reife durch die Mündung entleert (δ'), und da man vermuthet, daß die Ausstreckung der zerreißenden Spiralfaserzellen durch eine schleudernde Kraft zur Zerstreuung der Sporen beitrage, so gab man jenen Zellen den Namen Schleuderzellen oder Elateren.

Die Antheridien entstehen auf gewissen anderen, übrigens der Form nach nicht unterscheidbaren Laubstücken (B) ganz in ähnlicher Weise, wie die Sporangien. Der schildförmige Hut des Antheridienträgers (b) entbehrt der Sternstrahlen; die Hüllblättchen finden sich in regelmäßigen Doppelreihen strahlenförmig auf der Unterseite desselben (b') von einigen Fäden begleitet; die Antheridien liegen im Zellgewebe des Hutes eingebettet und richten ihre Mündung nach der oberen Fläche (b'', η). Jedes Antheridium ist ein flaschenförmiges Säckchen von Parenchym (η'), welches mit parenchymatisch zusammengedrängten Zellen ganz erfüllt ist (η''), und diesen seinen Inhalt (η''') entleert dasselbe durch seine Mündung. Die entleerten Zellen enthalten Spermazellen; es befindet sich nämlich innerhalb jeder derselben ein spiraliges Körperchen von der Beschaffenheit der Spiralzellen, welche wir bei den Characeen und Florideen kennen lernten. Eine direkte Einwirkung der Spermazellen oder ihres Inhaltes auf den Inhalt der Sporangien hat man noch nicht beobachtet, doch wird eine solche auch hier vermuthet.

Die Keimzellenhäufchen entstehen theils auf dem antheridientragenden Laube, theils auf besonderen, sogenannten unfruchtbaren Laubstücken (C). Es bilden sich ringförmige Auswüchse auf dem Laube, welche später becherförmige Gefäßchen, die sogenannten Brutbecher, darstellen, in deren Höhlung aber einzelne Zellen sich zu selbstständigen neuen Pflänzchen machen, indem sie noch im Zusammenhange mit dem übrigen Zellgewebe sich vermehren und als kleine mehrzellige Körperchen (i) dann vom Zellgewebe lostrennen. Ganz wie die Soredienzellen der Flechten und die Keimzellen der Florideen sind diese Zellenhäufchen, welche man auch wohl Brutknospen nennt, fähig, neue Pflanzen aus sich zu erzeugen.

Die Sporen der Marchantien bilden, wenn sie keimen, zuerst einen oder mehrere fadenartige Auswüchse, indem die Zellhaut sich ausdehnt (Fig. 62). Alsdann beginnt die Spore am entgegengesetzten Theile ihres Umfanges durch Scheidewand=

bildung und Zellentheilung mehrere kleine Zellen zu erzeugen, welche, sich fort und fort vermehrend, ein bandartiges, äußerst zartes Pflänzchen darstellen, aus dessen parenchymatischem Zellgewebe hie und da ein Wurzelfaserchen hervorsproßt. Dieses Pflänzchen nennt man den **Vorkeim**; das eigentliche Marchantienlaub entspringt erst aus irgend einer der Zellen desselben, welche selber gleichsam als Keimzelle auftritt. Der Vorkeim stirbt alsdann ab. —

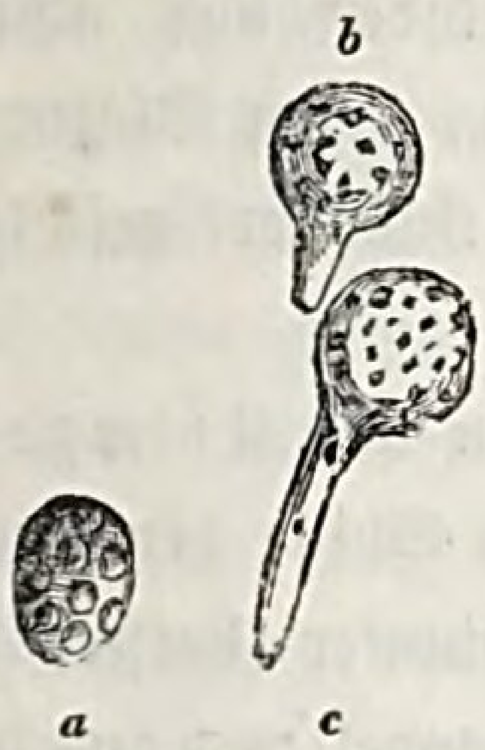


Fig. 62. Die Keimung der Sporen der Marchantie.*

* *a* eine Spore, stark vergrößert; *b* dieselbe bei beginnender Keimung; *c* die Keimung weiter vorgeschritten.

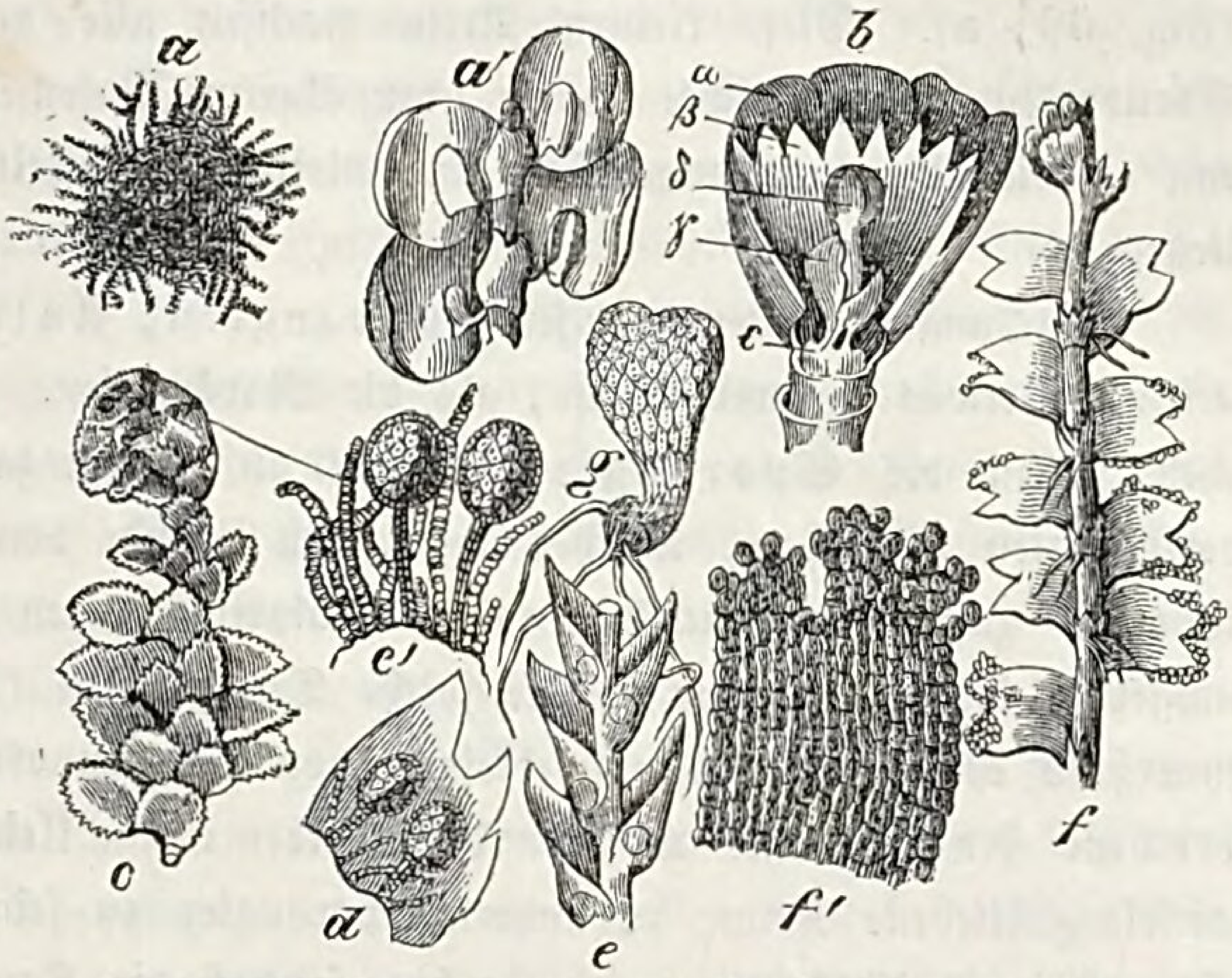


Fig. 63. Die Jungermannien und ihre Fortpflanzung.*

* *a* Ein ganz kleiner Rasen der Tamariskjungermannie (**Jungermannia tamarisci**) in nat. Gr., von dem Stamme einer Buche; *a'* ein Stückchen des Stengels mit Blättern, Nebenblättern und Oehrchen von der untern Fläche, vergrößert; *b* ein junges Sporangium von der ausgerandeten Jungermannie (**J. emarginata**), vergrößert; α äußere Hülle; β die mit derselben verwachsene innere Hülle; γ die Haube; δ das Sporangium; ε drei unentwickelt gebliebene Sporangienkeime; *c* der obere Theil eines Stengels mit den Antheridien von der Hainjungermannie (**J. nemorosa**), vergrößert; *c'* die Antheridien und Paraphysen von einem Blatte, stärker vergrößert; *d* ein Blatt der spitzenblätterigen Jungermannie (**J. acuta**) mit den Antheridien und Paraphysen, stark vergrößert; *e* ein Stück des Stengels der herzblätterigen Jungermannie (**J. cordifolia**), mit Andeutung der Lage der Antheridien, vergrößert; *f* ein Stengel der wechselblätterigen Jungermannie (**J. heterophylla**), an deren Blättern die Zellen sich zum Theil als Keimzellen losgetrennt haben, vergrößert; *f'* eine Spitze eines solchen Blattes, stärker vergrößert; *g* eine gekeimte Spore mit dem Vorkeime von der dichtblätterigen Jungermannie (**J. epiphylla**), vergrößert. Die eigentliche Pflanze entspringt aus dem herzförmigen Winkel des Vorkeimes.

Ein zweites Beispiel für die Klasse der Lebermoose bieten die **Jungermannien** oder **Kreuzlebkräuter** dar (Fig. 63), welche sich durch die regelmäßige Form ihres Laubes auszeichnen, indem die mittlere Partie desselben als ein rundlicher, aus Faserzellen bestehender und mit einer parenchymatischen Rinde bekleideter **Stengel** erscheint, von welchem aus die blattförmigen Lappen, in abwechselnder Aufeinanderfolge, zu beiden Seiten sich ausbreiten. Jedes **Blättchen** ist an seinem Ursprunge, wo es mit dem Stengel zusammenhangt, und wo ein kleines Bündelchen von Faserzellen in die Mittellinie desselben eintritt, ein wenig rinnenförmig hohl, so daß es den Stengel theilweise umfaßt, und meistens noch mit einem kleineren **Nebenblättchen** und einem kleinen Anhängselchen, dem **Oehrchen**, versehen. Uebrigens ist es gewöhnlich so stark ausgebreitet, daß ein Blättchen das andere theilweise deckt, und man erblickt in Folge dessen auf der Oberseite zwei regelmäßig abwechselnde, den Stengel ganz verdeckende Zeilen dachziegelartig liegender Hauptblättchen (Fig. 64), und auf der Unterseite zwei schmalere Zeilen, welche von den Nebenblättchen gebildet werden (Fig. 63, c). Uebrigens ist die Mannigfaltigkeit der Lage und Form der Blättchen sehr verschieden bei den sehr zahlreichen verschiedenen Gattungen von Jungermannien. Die **Wurzeln** dieser Pflänzchen entspringen meistens büschelweise aus dem Stengel in der Nähe des Ursprunges der Blätter.

Einige Arten dieses Geschlechtes wachsen auf feuchter Erde, zumal in nassen Wäldern, und diese sind mit deutlich erkennbaren, bei der größten der in Deutschland einheimischen Arten eine Linie langen, durchschimmernd zarten Blättchen versehen, und erreichen wohl vier Zoll in der Länge. Allein die Mehrzahl der Arten, welche bei uns gefunden werden, erreicht eine sehr geringe Größe, so daß man bei vielen derselben die Blättchen mit bloßem Auge nicht von einander unterscheiden kann (Fig. 63, a). Diese kleinen Arten wachsen alle an Baumrinden und ähnlichen Standorten, wo sie dichte dunkle oder ölgrüne Rasen darstellen, deren Blätterzeilen eng an die Unterlage angedrückt und vielfach verästelt durch einander geschlungen liegen.

Die Jungermannien erzeugen Sporangien, Antheridien und Keimzellen, allein in etwas anderer Weise, als die Marchantien. Auf der Spitze der Stengelchen stehen die Sporangien einzeln auf einem zarten, mitunter borstenähnlich verlängerten Stielchen, welches an seinem Grunde von einer doppelten, aus eigenthümlich zusammengewachsenen und hautartig zarten Blättchen gebildeten Hülle umgeben ist. Oeffnet man eine solche Doppelhülle (Fig. 63, b), so findet man innerhalb derselben noch eine kleine, von der emporwachsenden Sporangie durchbrochene Haube, und am Grunde derselben einige kleine Paraphysen, welche unentwickelt gebliebene Keime zu andern Sporangien zu sein scheinen. Das Stielchen des Sporangiums ist kantig und gedreht, so daß die Kanten spiralig verlaufen. Das Sporangium stellt eine nußbraun gefärbte, anfangs kugelförmige Kapsel dar, welche, vom Gipfel her in vier blattähnliche Klappen sich theilend, aufspringt und ihren Inhalt verschüttet, der aus Sporen und sehr zahlreichen Schleuderern besteht (Fig. 64).

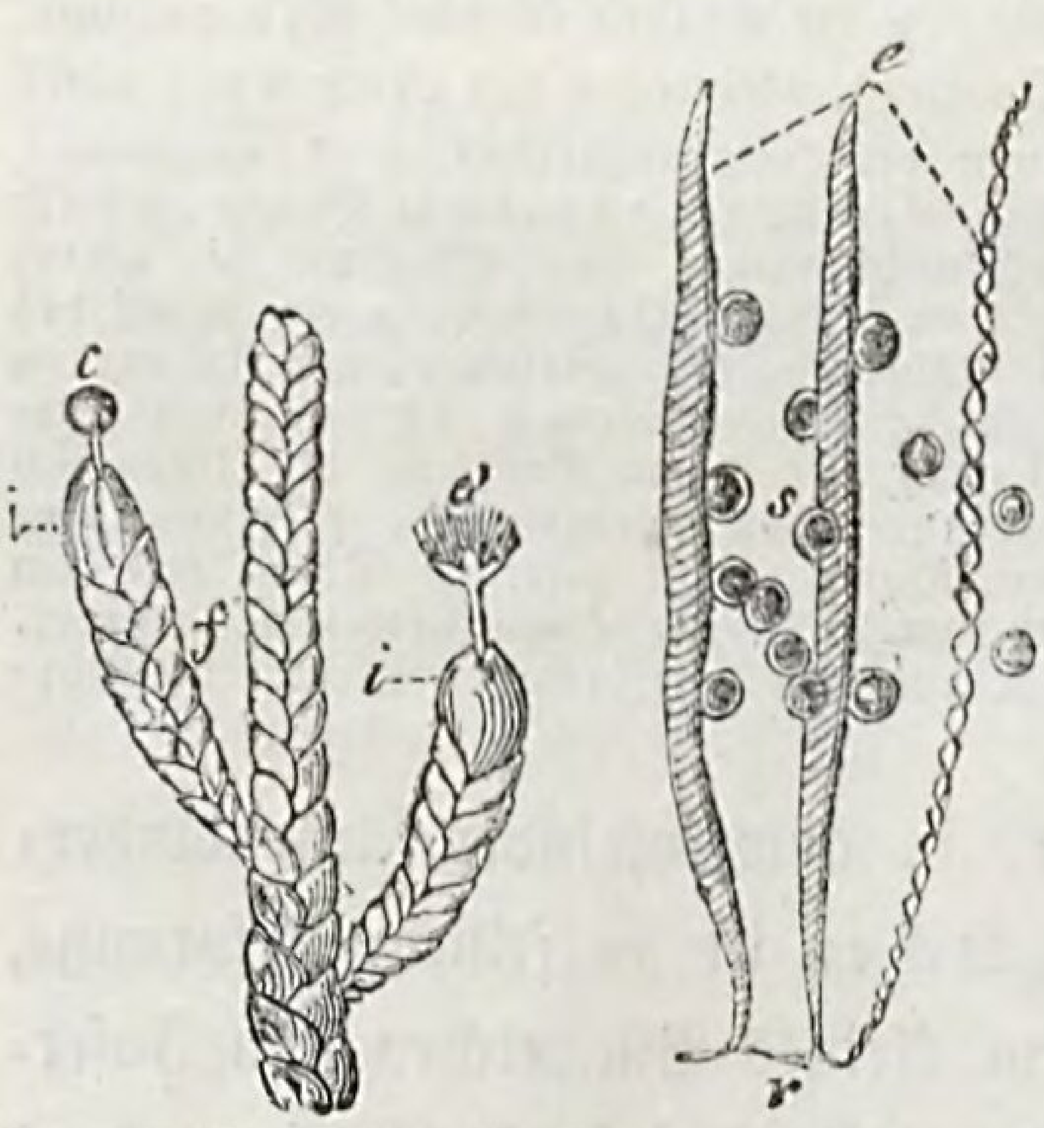


Fig. 64. Ein kleiner Zweig der flachblätterigen Jungermannie (Jungermannia platyphylla). *

* *f* Laubzweige; *i* Sporangienhülle; *c* ein noch geschlossenes Sporangium; *c'* ein geöffnetes Sporangium. Daneben sind Schleuderzellen in unversehrtem und in spiralig zertrenntem Zustande (*e*), nebst zwischenliegenden Sporen (*s*), so dargestellt, wie sie auf dem Sporangienboden (*r*) stehen.

Bei einigen Arten bleibt dieser Inhalt in Gestalt von vier Büscheln anfangs auf den vier Spitzen der Kapselklappen hangen. Eine Mittelform zwischen der Bildung des Sporangienträgers der Marchantien und den gestielten Sporangien der Jungermannien stellt die Fruchtbildung der Lunularien (Lunularia) dar, welche mit den Marchantien fast ganz die Form des Laubes theilen, und deren, aus einer glockenförmigen, auf dem Laube stehenden Hülle entspringender, langgestielter Sporangienträger vier wagerecht im Kreuze stehende, besondere Sporangienhüllen trägt, aus deren jeder eine vierklappige Sporangienmündung hervorragt.

Die Antheridien der Jungermannien (c, c', d, e) stehen gewöhnlich in den Achseln, d. h. den durch die Verbindung mit dem Stengel gebildeten Winkeln, der Blätter, welche dann an dem betreffenden Punkte eine bauchige Hohlwölbung besitzen. Dieselben sind gestielte, ziemlich kugelige Kapselchen mit einem Inhalte von Spermazellen. Neben ihnen befinden sich immer zahlreiche Paraphysen.

Die Keimzellen sind bei den Pflanzen dieses Geschlechtes, ganz wie bei den

Soredien der Flechten, unmittelbar abgesonderte Zellen des Zellgewebes, welche am Rande der Blätter, meistens in Häufchen, als Staubkörner angetroffen werden.

Wie die Marchantien, so keimen auch die Jungermannien und bilden zuerst einen Vorkeim (Fig. 63, g), welcher bei dieser Gattung ein kleines, mehr oder weniger herzförmiges Läppchen darstellt, in dessen Herzwinkel die Keimzelle liegt, aus welcher die neue Jungermannie hervorsprießt.

Es herrscht in der Klasse der Lebermoose, obgleich dieselbe eine nicht sehr artenreiche ist (man kennt etwa 600 Gattungen, deren allein das Geschlecht der Jungermannien fast 100 umfaßt, während die anderen gegen 60 Geschlechter bilden), eine große Mannigfaltigkeit der Formen und Fruchtbildungen. Die größte Einfachheit der Gestalt zeigen die Riccien (Fig. 65), kleine, aus sternförmigem, herzförmigem oder blattähnlichem, linsenförmig verdicktem Laube bestehende, ganz aus Parenchym, ohne alle Faserzellen, gebildete Pflänzchen, welche theils auf feuchtem Erdboden, theils aber auf stillen Wassern schwimmend angetroffen werden. Bei diesen erinnert die Bildung der Sporangien einigermaßen an die Tange (Seite 607), indem dieselben im Zellgewebe der Pflanze liegen. Dieselben erscheinen anfänglich als Lücken im Zellgewebe, welche mit Cytoblastem ausgefüllt sind, und innerhalb deren sich theils zahlreiche kleine, die Wandung des Sporangiums bildende, theils einige größere, dieses Sporangium ausfüllende, Zellen entwickeln (Fig. 66). Innerhalb der letzteren Zellen erzeugen sich durch Tochterzellenbildung die Sporen, je vier in tetraedrischer Stellung zusammen. Schleuderzellen fehlen hier. Eine mehr oder weniger aus der Oberfläche des Laubes hervorragende Röhre mit geöffneter Mündung dient den Sporen als Ausweg. Doch wird die Befreiung der letzteren dadurch befördert, daß das ganze Laub bei der Reife in zwei Hälften auseinanderfällt. Die Antheridien sind den Sporangien sehr ähnlich. Keimzellenhäufchen bilden sich im Zellgewebe älterer Laubstücke. Es sind kleine fleischige Massen mit

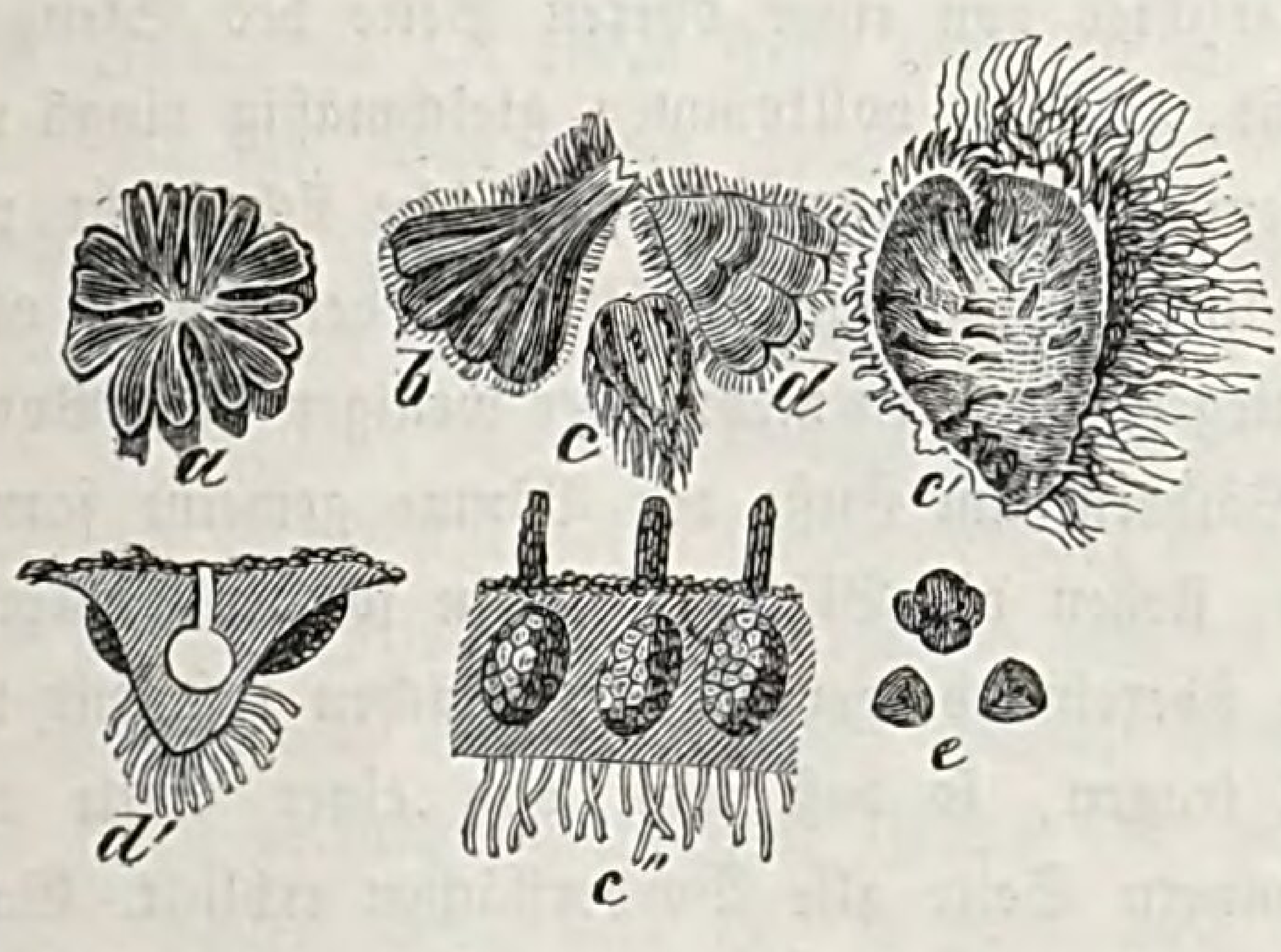
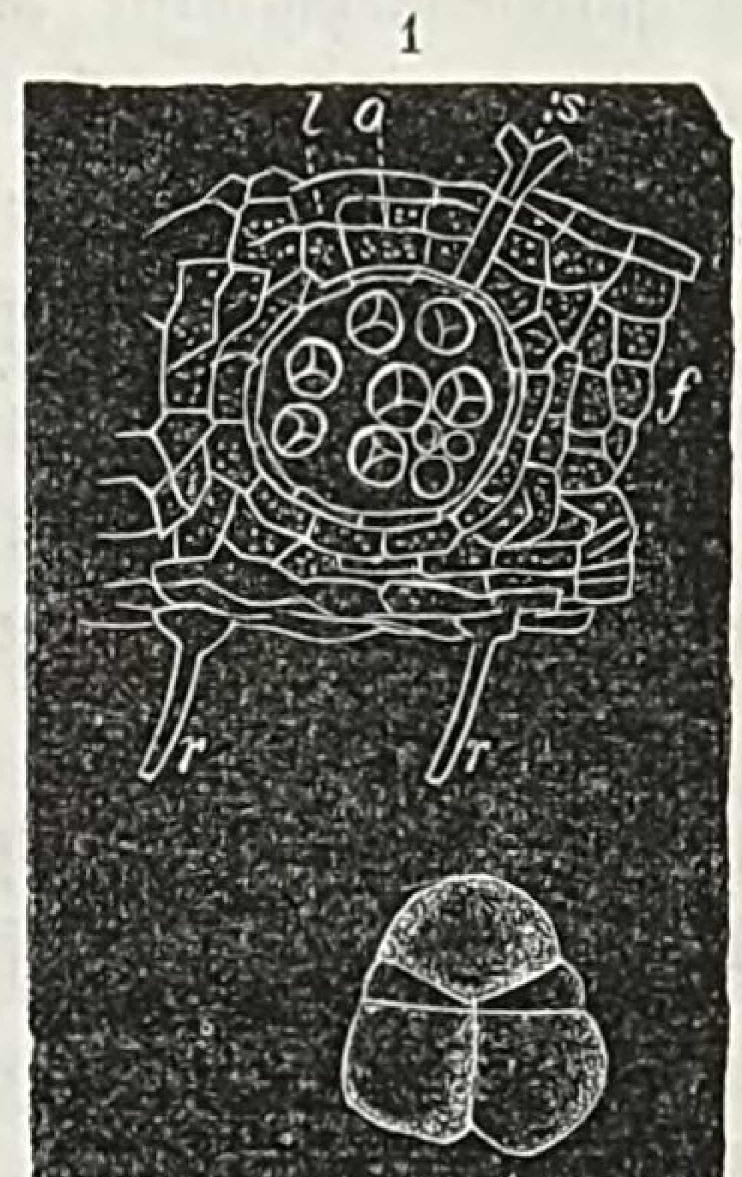


Fig. 65. Riccien. *

* *a* Sternförmiges Laub der grünen Riccie (**Riccia glauca**), natürliche Größe; *b* unfruchtbares, *c* antheridientragendes, *d* sporangientragendes Laub der Bischoff'schen Riccie (**R. Bischoffii**) in natürlicher Größe; *c'* das antheridientragende Laub, vergrößert; *c''* ein der Länge nach gelegter Durchschnitt desselben mit den Antheridien und ihren Ausführungsschläuchen; *d'* ein Querdurchschnitt durch das sporangientragende Laub, vergrößert, um die Lage eines Sporangiums zu zeigen; *e* einige Sporen, stark vergrößert.

1



2

Fig. 66. Sporangium und Sporen der grünen Riccie (**Riccia glauca**). *

* Die obere Figur ist ein senkrechter Schnitt des sporangientragenden Laubes, stark vergrößert; *f* Zellgewebe; *l* Höhlung in demselben, worin das Sporangium *o* sich gebildet hat, in welchem die Mutterzellen mit den zu dreien bemerkbaren Sporen liegen. — Die untere Figur zeigt eine Sporenmutterzelle, noch stärker vergrößert; man sieht in derselben drei Zellen, während die vierte nur theilweise sichtbar ist.

körnigem Schleime erfüllten Zellgewebes, welche sich zu neuen Pflänzchen entwickeln, sobald sie durch die Auflösung der Mutterpflanze frei werden. Das unfruchtbare, das sporangientragende und das antheridientragende Laub ist stets äußerlich durch die Form zu unterscheiden (Fig. 65, b, c, d).

Alle Lebermoose lieben Feuchtigkeit und vegetiren daher, wo sie nicht im Wasser oder auf nasser Erde wachsen, hauptsächlich in der feuchten Jahreszeit, bei uns im Spätherbste und Vorfrühling. In wärmeren Gegenden sind sie Kinder der Regenzeit, und sie gedeihen dort zahlreicher, wuchernder und mannigfaltiger. Die meisten haben ein saftreiches, üppiges Aussehen. Nur die Jungermannien, welche nicht im Boden wurzeln, nähern sich in vieler Beziehung den Flechten und können fast, wie diese, in der trockenen Jahreszeit ganz ausdörren, ohne dadurch völlig abzusterben. In der heißen Zone heften sie sich nicht allein an Baumstämme, sondern wachsen selbst auf den Blättern mancher immergrünen Pflanzen. Kälte scheinen alle Lebermoose wenig zu scheuen; man hat selbst auf der Melville-Insel im nordamerikanischen Eismeere noch zwei Arten entdeckt. Dagegen schließt Trockenheit des Klimas eines Landes sie völlig aus — aus ganz Afrika kennt man bis jetzt nicht ein Dutzend Arten, während die eine Insel Java fünfzig Arten hervorbringt.

Von fossilen Lebermoosen kennt man kaum einzelne Spuren aus der Molassenformation.

III. Klasse. Die Laubmoose.

Die meisten Pflänzchen, welche im gewöhnlichen Leben schlechthin Moose genannt werden, gehören zu derjenigen Klasse, welche man in der Botanik insbesondere mit der Benennung der Laubmoose auszeichnet. In vielen Beziehungen der allgemeinen Organisationsverhältnisse mit den Lebermoosen, zumal den Jungermannien, nahe verwandt, unterscheiden sie sich von diesen wesentlich durch die Stellung der Blätter, welche durchaus nicht mehr einen Unterschied von einer oberen Seite des Stengels und einer unteren Seite desselben zuläßt, sondern vollkommen gleichmäßig rings um denselben geordnet ist. Auch bei denjenigen Jungermannien, welche sich nicht mit der unteren Seite ihres Stengels und ihrer zweizeiligen Blätter an den Boden oder anderweitigen Befestigungsgrund anschmiegen, sondern mehr oder weniger vom Boden frei aufsteigen, wie die in feuchten Wäldern am Fuße der Bäume gemeine farrnartige Jungermannie (J. asplenioides), stehen die Blätter stets in solcher Stellung, daß dieselben in einer zweifachen Zeile übereinandergereiht ihre Flächen fast mit der Längenrichtung des Stengels parallel tragen, so daß man von einer Seite des Stengels alle Unterflächen, von der andern Seite alle Vorderflächen erblickt. Ganz anders ist es bei den Laubmoosen (Fig. 67), deren sämmtliche Blätter, einige den Lebermoosen im Wuchse ähnelnde Gattungen ausgenommen, so stehen, daß sie die eine Fläche an den Stengel legen, oder wenigstens demselben zuwenden, und denselben dabei an ihrem Befestigungspunkte mehr oder weniger rinnenförmig umfassen, wobei sie außerdem so geordnet sind, daß, von unten angefangen, jedes folgende Blättchen ein wenig weiter zur Linken (des Beschauers) und zugleich ein wenig höher steht, als das vorhergehende. Alle Blätter stellen auf diese Weise eine schnecken-



Fig. 67. Laubmoose. *

a Die grünliche Weissia (**Weissia viridula**), ein ganzes Pflänzchen; *b* das glänzende Astmoos (**Hypnum splendens**), ein Zweig; *c* das zarte Nacktmoos (**Gymnostomum tenue**), einige ganze Pflänzchen; *d* das gespreizte Torfmoos (**Sphagnum squarrosum**), ein Zweig; *e* das rosettenförmige Feuchtmoos (**Mnium roseum**), ein ganzes Pflänzchen; *f* das krausblätterige Feuchtmoos (**Mnium undulatum**), ein ganzes Pflänzchen; *g* das röthliche Gabelzahnmoos (**Dicranum rufescens**), einige ganze Pflänzchen; alle in nat. Gr.

linienförmig um den Stengel in vielfachen Windungen verlaufende Reihe dar, welche man auch bei dem kleinsten Moospflänzchen in ihrer zierlichen Regelmäßigkeit wahrnehmen kann, und welche es mit sich bringt, daß jedes Blatt je einer niederen Windung der Spiralreihe zwei Blättchen der nächst oberen Windung zugleich theilweise dachziegelartig deckt. Die Bildung der Blätter geht so vor sich, daß an der sich durch beständige Zellenvermehrung fortentwickelnden Spitze des Stengels nicht alle neu entstandenen Zellen innerhalb der Begrenzung desselben bleiben, sondern es werden einzelne, bald eine, bald mehrere über die Begrenzungsfläche vorgeschoben. Die so zuerst vorgeschobenen Zellen erzeugen die Spitze des entstehenden Blättchens. Der Zellenkern der ersten Zelle löst sich auf, es bilden sich zwei Zellenkerne, deren jeder sich mit einer neuen Zellhaut umgibt. Die vorgerücktere der so entstandenen Tochterzellen theilt sich abermals in derselben Weise und so fort. So bildet sich ein Auswuchs von einer verschiedenen Zellenzahl, z. B. beim Widerthon (Polytrichum), von 24 Zellen; dieser Auswuchs, dessen Endzelle also die jüngste ist, hört nun auf, an seiner Spitze sich weiter zu vermehren; er ist die Spitze des entstehenden Blättchens. Die weitere Entwicklung des letzteren geht nun aber nicht durch Nachschiebung neuer Zellen aus dem Stengel hervor, sondern sobald die fortwachsende Spitze des Stengels mit ihren vermehrungsfähigen Zellen von der Entstehungsstelle der vorgeschobenen Zellen weiter fortgerückt ist, so hört auch das Hervorschieben neuer Zellen aus dem Stengel auf. Dagegen in den hervorgeschobenen Zellen tritt nun ein selbstständiger, eigenthümlicher Vermehrungsprozeß durch seitliche Zellentheilung auf, welcher allemal in einer der äußersten Spitze nahe liegenden Zelle beginnt und dort auch zuerst aufhört, indem er allmählig bis zu den mit dem Stengel noch unmittelbar zusammenhangenden Zellen fortschreitet, dort aber stets endigt. Bei einem vollendeten Blatte sind also stets die Zellen der Spitze die ältesten, und ferner ist die Zellenvermehrung eines Blattes stets begrenzt, weßhalb alle Blätter nur eine bestimmte

und, Zufälligkeiten abgerechnet, stets die gleiche Größe erreichen. — Die Entwicklung der Blätter beginnt stets sehr nahe unter der Gipfelzelle des Stengelchens, z. B. beim Torfmoose (Sphagnum) an dem Punkte, wo durch die in verschiedenen Richtungen vor sich gehende seitliche Theilung der Gipfelzelle der ganze Umfang der fortsprossenden Spitze noch nicht mehr als acht Zellen enthält, während die Zahl derselben nach Vollendung des Blattes durch vielfach fortgesetzte Theilung eine außerordentlich viel größere wird. Jede jener acht Umfangszellen wird aber, von der rechten zur Linken eine der andern folgend, der Ursprung eines Blattes. So kommt es, daß man bei dem genannten Moose die Blätter in acht deutlichen Längsreihen um den Stengel geordnet findet.

Der Stengel der Laubmoose besteht aus einer parenchymatischen Rindenschicht und einer inneren Hauptmasse von lang gestrecktem Parenchym, nicht aber aus prosenchymatisch zusammengefügten Faserzellen, wie die Stengel oder Mittelrippen der Lebermoose. Die Mitte des Laubmoosstengels zeigt sogar oft ein ziemlich lockeres und wegen Mangel an Licht des Chlorophylls fast ganz entbehrendes Parenchym, welches man mit dem Namen Mark zu belegen pflegt. Derselbe wächst stets nur an einem Ende der frei von der Erde sich entfernenden Spitze, und zwar in der Weise, daß hier stets die jüngsten Zellen sich befinden und immer neue jüngere, welche sie wieder aus sich erzeugen, vor sich herschieben, während die nächst älteren stetsfort seitlich nach allen Richtungen sich theilen. Daher ist eine unbegrenzte Fortbildung des Stengels in dieser Richtung möglich — ein Umstand, in welchem ein wichtigerer Unterschied zwischen dem Stengel und den Blättern liegt, als in der Verschiedenheit der Form. Letztere ist bei den Blättern sehr mannigfaltig, bald einfach fadenartig, bald dagegen platt ausgebreitet und am Rande entweder schlicht oder mit Kerben und Sägezähnen versehen. Alle Blätter sind einfache Läppchen von Parenchym, dessen Zellen bald ziemlich symmetrisch sechseckig oder fünfeckig, oder viereckig im Querschnittte erscheinen, oder aber sehr unregelmäßig verschobene, verdrückte Formen darstellen. Ein schmales Streifchen von langgestrecktem Parenchym verläuft, aus dem Parenchym im Innern des Stengels sich scheinbar abzweigend, als Mittelrippe bis in die Spitze jedes Blättchens, oder auch, sich theilend, längs der beiden Seitenränder desselben. Wie bei den Jungermannien, sind meistens Stomate oder Spaltöffnungen auf den Blättern der Laubmoose nicht zu finden.

Jedes Moospflänzchen besitzt ursprünglich an dem unteren Theile seines Stengels ein Büschelchen von Wurzeln, welche, wie das Innere des Stengels, aus langgestreckten Parenchymzellen bestehen. Allein es ist auch jede Zelle der parenchymatischen Rindenschicht des Stengels fähig, sich nach außen und abwärts auszustrecken und durch Erzeugung neuer Zellen an ihrem freien Ende eine Wurzel zu bilden. Auf diese Weise entstehen Hülfswurzeln, welche besonders dann sich in großer Menge einzustellen pflegen, wenn, wie dies häufig geschieht, der untere Theil einer Pflanze abgestorben und in Fäulniß übergegangen ist. Auch die Mittellinie der Blätter zeigt nicht selten Zellen, welche fadenartig hervorwachsen und ganze Büschelchen von Wurzeln, und besonders die Blattspitze ist sehr geneigt, sich in Wurzelfasern zu verlängern. So kann man wirklich sagen, daß jeder Theil einer Laubmoospflanze im Stande ist, sich selber seine Wurzeln zu bilden. Ganz regelmäßig ist die Erscheinung, daß die Blätter des Moosstengels von unten herauf, sowie das Absterben

und die Fäulniß desselben fortschreitet, sich in Wurzelbüschelchen verwandeln, welche nicht selten noch deutliche Spuren ihrer früheren Blattnatur zeigen (Fig. 67, f). Bei manchen Moosen fallen auch die Blätter regelmäßig ab, und es entspringen an den früheren Befestigungspunkten derselben Wurzelbüschelchen, so daß manchmal nur an der Spitze des Stengels eine Rosette von Blättern steht. Es sind diese Umstände sehr wichtig, denn die Laubmoose sind dadurch einigermaßen unsterbliche Pflanzen, deren üppiggrüne Gipfelbüschel in dichten Rasen bei einander den feuchten Boden bedecken, dessen Feuchtigkeit sie selber erhalten und, schwammähnlich den Regen und Thau einsaugend, stets vermehren, während sich unter denselben eine immer zunehmende Masse von modernden Pflanzenstoffen, ihren eigenen abgestorbenen Stengeltheilen, mit Wurzeln und Blättern anhäuft.

Man hebe nur einen vollen Moosrasen auf dem Waldesgrunde empor, um die schwarzbraune Humuslage zu sehen, welche die Moose erzeugen, und den Geruch dieses Moders zu spüren, durch dessen langsam fortschreitende Fäulniß sie eine stete Quelle reichlicher Mengen von Kohlensäure und Ammoniak bilden, die, dem Boden durch das eindringende Wasser zugeführt, als Nahrungsstoffe für die Wurzeln der Waldbäume von so großer Wichtigkeit sind. Auch der außerordentliche Antheil, welchen die Laubmoose an der Bildung der Torflager nehmen, ist der gleichen Ursache zuzuschreiben. Auf solchem Boden, dessen überreichliche Feuchtigkeit nur wenige und geringe andere Pflanzen aufkommen läßt, ja auf solchem Boden, welcher eigentliche Wasserpflanzen wegen periodischer Austrocknung oder beständigem Mangel überstehenden Wassers nicht zu erzeugen vermag, welchen dagegen andere Landgewächse wegen zeitweiser Ueberschwemmung oder beständiger Ueberwässerigkeit nicht ertragen, da wuchern, weder durch das eine noch durch das andere vorübergehende Extrem gestört, die eigentlichen Torfmoose (Sphagnum), an ihrer gelbgrauen und graugrünen, mitunter röthlichen Färbung kenntlich, die Feuchtmoose (Mnium) und der güldene Widerthon (Polytrichum), sowie manche Astmoose (Hypnum), einen dichten, schwammigen Rasen bildend, und lagern unter sich, indem jedes Jahr ihre Vegetation sich erneut, stets wachsende Moderschichten ab, durch welche mitunter in verhältnißmäßig kurzer Zeit sehr bedeutende Torfablagerungen entstehen. Man erkennt häufig in dem Brennmateriale, welches die Bewohnbarkeit holzarmer Gegenden fast allein möglich macht, noch ganz deutlich die Spuren der Moospflänzchen, denen dasselbe seinen Ursprung verdankt. Die Torflager füllen entweder Vertiefungen des Bodens allmählig aus, und ihre Oberfläche erscheint dann eben oder eingesenkt; in diesem Falle heißen sie Tiefmoore; oder sie erheben sich in weiten Anschwellungen mehr und mehr, und bilden dann die merkwürdige Erscheinung der Hochmoore. Bei diesen letzteren bildet die vegetirende Moosdecke gleichsam einen schlauchartigen Behälter für die eingedrungenen Wassermassen des Regens und Thaues, und während auf diese Weise auch auf nicht vertieften Lagen für stets genügende Feuchtigkeit gesorgt ist, geht andererseits im Innern der angeschwollenen Masse die Fäulniß der Pflanzenstoffe unter dem Einflusse des Wassers rasch vor sich, und es entsteht ein schwarzer, flüssiger Moderbrei, welcher endlich durch die Uebermacht des Druckes die Seitendecke des Moores zerreißt, und, wie manche furchtbare Beispiele, von welchen die Geschichte uns Nachricht gibt, beweisen, als schrecklich verheerender Schlammstrom hervorbricht und sich wegstundenweit zu ergießen vermag. — Bei der

Fäulniß der Laubmoose, wie überhaupt aller Pflanzen, kommt in wesentliche Betrachtung die Zersetzung der stickstofffreien, nur aus Kohlenstoff, Wasserstoff und Sauerstoff bestehenden, und die der neben jenen Elementarstoffen noch Stickstoff enthaltenden Proteinsubstanzen. Die letzteren, aus welchen die innere Haut (der Primordialschlauch) der Zellen, sowie die, in den Torfmoosen (Sphagnum) in jungen Zellen ausgezeichnet erkennbaren, Zellenkerne oder Cytoblasten, die Farbstoffe u. s. w. gebildet sind, die in ihrer Mischung mehr oder weniger mit dem Eiweiß übereinstimmen und, wie dieses, Spuren auf eine noch nicht genügend ermittelte Weise beigemischten Schwefels und Phosphors niemals entbehren, gehen zuerst in Fäulniß über, bei welcher sie außer Wasser, Kohlensäure-, Ammoniak-, und Kohlenwasserstoffgas, auch Schwefel- und Phosphorwasserstoffgas entwickeln, und besonders durch letztere Produkte die übeln und der Gesundheit der Menschen und Thiere nachtheiligen Düfte verbreiten, durch welche die Luft mooriger Gegenden oft meilenweit verpestet und vergiftet ist. Die Hauptmasse der faulenden Pflanzenablagerung liefern die stickstofffreien Substanzen, theils die im Zellensafte enthaltene Stärke und die in demselben aufgelösten Zucker-, Gummi-, Harz-, Oel- und Säuretheilchen, besonders aber der die Zellenhäute bildende Zellenstoff (Cellulose). Dieser letztere Stoff, nebst allen demselben isomeren Mischungen, kann, wie wir früher gesehen haben (Seite 567), so betrachtet werden, als ob derselbe neben dem Kohlenstoffe die Elemente des Wassers (Wasserstoff und Sauerstoff im Verhältnisse des Gewichtes von 11 zu 79) enthalte. Daß aber die Verbindungsweise der drei Stoffe in Wirklichkeit eine andere sei, erweist sich daraus, daß bei der Fäulniß nicht ein derselben entsprechendes einfaches Zerfallen in Kohle und Wasser erfolgt, sondern einerseits Verbindungen von Kohlenstoff und Sauerstoff, nämlich: $\ddot{C}$ (Kohlensäure) und $\dot{C}$ (Kohlenoxydgas), andererseits von Kohlenstoff und Wasserstoff, nämlich CH^2 (leichtes Kohlenwasserstoffgas oder Sumpfgas) und CH (schweres Kohlenwasserstoff- oder Leuchtgas), und endlich von Wasserstoff und Sauerstoff, nämlich $\dot{H}$ (Wasser), entstehen, wobei endlich ein mehr oder minder beträchtliches Quantum von Kohlenstoff zurückbleibt. Die genannten Verbindungen entwickeln sich aus jedem Torflager — in geringerer Menge aber auch aus jedem Erdboden, in oder auf welchem auch nur die kleinsten Beimengungen von Pflanzentheilen verfaulen. Ihre Bildung geht jedoch allmählig und nicht unmittelbar, sondern nur als endliches Resultat einer, manche Zwischenstufen durchlaufenden, Reihe von Zersetzungen, vor sich. Zu solchen Zwischenstufen gehören das Ulmin und Humin, die Ulminsäure, Huminsäure, Geïnsäure, Quellsäure und Quellsatzsäure in der angegebenen Aufeinanderfolge. Von diesen zeichnet sich das Ulmin dadurch aus, daß es der Cellulose und den mit derselben isomeren Substanzen in seinem Mischungsverhältnisse höchst ähnlich ist, indem es sich nur durch ein um $^2/_5$ geringeres Mengenverhältniß der Elemente des Wassers unterscheidet. Die Quellsäure und Quellsatzsäure, welche in Wasser löslich sind, ertheilen den aus Mooren entspringenden Gewässern vorzugsweise die gelbbraune Farbe. — Die gänzliche Fäulniß der Pflanzenstoffe, als deren letztes Ueberbleibsel der reine Kohlenstoff des Anthracites und Graphites erscheint, vollendet sich in den Torflagern, wo die Athmosphäre, der vegetirenden Moosdecke wegen oder gar in Folge einer Versenkung des Bodens unter das Meer und dadurch herbeigeführter Ueberdeckung des Moores mit Sand-, Thon- oder Kalkschichten, ihren oxydirenden

Einfluß nicht ausüben kann, nur in Zeiträumen, für deren Dauer uns jedes Maß fehlt. Nur unter dem Einflusse des Sauerstoffes der Luft geht die Fäulniß von Pflanzenstoffen, wie dies z. B. mit den Stoppeln und Wurzeln der Ackergewächse und mit dem Stroh des Düngers geschieht, rascher und mit völliger Umwandlung alles Kohlenstoffes in Kohlensäure vor sich. — Die tieferen Theile von Torfmooren befinden sich großentheils schon in einem so vorgeschrittenen Zersetzungszustande, daß sie manchen Braunkohlen vollkommen gleichen (Seite 30). Manche Braunkohlenlager enthalten ausgezeichnete Schwarzkohlen u. s. w. Wie groß der Antheil sein mag, welchen Laubmoose in den Vorzeiten der Erde an der Bildung der Torflager genommen haben, aus deren weiterer Fäulniß die jetzigen Braunkohlen, Schwarzkohlen, Anthracite und Graphite hervorgegangen sind, darüber sind wir nicht im Stande, bestimmte Vermuthungen aufzustellen, da so zarte Pflänzchen, wie die Moose sind, durch die Fäulniß und obendrein durch die Pressung, welcher jene Torflager der Vorwelt ausgesetzt waren, natürlich spurlos zerstört werden mußten. Wenn wir aber die jetzigen Torfmoore, in denen außer den Moosen und mancherlei anderen, die Feuchtigkeit liebenden Pflanzen, auch Farrengewächse, Büsche und Baumhölzer allmählig überwachsen und begraben werden, mit den genannten Steinkohlenschichten vergleichen, in welchen oder in deren Nähe Baumwurzeln, Stämme, Zweige, Farrenwedel (Fig. 13—15) unter ganz ähnlichen Verhältnissen vorkommen, so können wir kaum zweifeln, daß die Moore der Vorwelt den jetzigen sehr ähnlich gewesen seien. Vergleichen wir sodann das Gewicht eines Kubikfußes von Moostorf mit dem eines gleichen Volumens von Steinkohle und zugleich die Kohlenstoffprozente des ersteren mit denen der letzteren, und ziehen wir dazu in Rechnung die Zeitdauer, welche unter den günstigsten Verhältnissen erforderlich ist, um nur ein geringes Torflager entstehen zu lassen, sowie die Mächtigkeit, welche in manchen Gegenden die Steinkohlenschichten besitzen, ja auch die Zahl, in welcher solche Schichten in verschiedenen Formationen und selbst in einer einzigen Formation über einander gefunden werden, so hören wir auf, das Alter der Erde nach Jahrtausenden zu zählen, da die Zahl der Hunderttausende von Jahren, welche zu solchen Bildungen erforderlich waren, unserem Vorstellungsvermögen zu groß ist.

Wir haben die Klasse der Laubmoose, dieser meistens so winzigen Pflänzchen, welche von allen Menschen mit Füßen getreten, von so wenigen weiter beachtet werden, benutzt, um auf die geologische Wichtigkeit der Pflanzen aufmerksam zu machen. Wir könnten dieselbe Klasse auch benutzen, um auf die vollendete Schönheit und die unermeßliche Mannigfaltigkeit hinzuweisen, welche in der Schöpfung, auch in den kleinsten und unscheinbarsten Geschöpfen, unbekümmert um die Aufmerksamkeit des Menschen, sich darstellt. Möge Niemand sich verdrießen lassen, mit Andacht wenigstens einmal die Moospolsterchen auf dem Dache seines Hauses, an Mauern und Felsen, an Baumstämmen und auf dem Waldesgrunde genauer zu betrachten. Bei diesen einfachen Gewächsen, welch eine Formenmannigfaltigkeit und Zierlichkeit der oft dem bloßen Auge kaum noch als die kleinsten und schlichtesten Schüppchen erscheinenden Blätter, welch eine Verschiedenheit der Zusammenstellung derselben, welch ein Wechsel der Ausbildung des Stengelchens und der Anordnung der Verzweigungen!

Der Stengel der Laubmoose zertheilt und verästelt sich nicht unregelmäßig, wie

die Mittelrippe der Marchantien, sondern stets auf eine bestimmte, bei den Jungermannien einigermaßen ähnlich vorkommende Weise. Im Allgemeinen kann man die Regel annehmen, daß unmittelbar über jedem Blättchen in der Achsel desselben, d. h. dem Winkel, welchen dasselbe mit dem Stengel bildet, ein Zweig hervorwachsen könne, indem ein Bündelchen der langgestreckten Parenchymzellen, ähnlich wie es die Mittelrippe jedes Blättchens zeigt, sich aus dem Stengel abzweigt und, mit einer Schicht des gewöhnlichen Parenchyms bekleidet, seitwärts verlängert. Ein Zweig in seinem ersten einfachsten Beginne unterscheidet sich von einem Blättchen weniger durch die Form und durch den Mangel einer Ausbreitung des Parenchyms, welche ihn rindenartig umgibt, als vielmehr durch das stets in der Richtung der zuerst vorgeschobenen Spitze fortschreitende Wachsthum. Durch dieses gleicht er völlig dem Stengel und wie dieser, ist er bedeckt mit regelmäßig angeordneten Blättchen, welche aus ihm hervorwachsen und welche an seiner Spitze so gleichzeitig mit ihm selber entspringen, daß er, wie der Stengel, für das bloße Auge nur aus den Zusammenfügungen der Blättchen selbst zu bestehen, nur durch die Vermehrung derselben zu wachsen scheint. Jeder Zweig ist eine völlige Wiederholung des Stengels selbst, und da derselbe auch im Stande ist, seine Zellen zu Wurzeln umzugestalten, so kann er selbstständig wachsen, und dies geschieht, wenn der Stengel von unten herauf abstirbt, so häufig, daß es schwer hält, von einem Moosstengelchen zu sagen, ob dasselbe ein eigentliches Stengelchen oder ein Zweiglein von einem andern, vielleicht längst vermodernden, Stengel sei. Nie findet man indessen ein Moos, bei welchem wirklich in jeder Blattachsel ein Zweig entspränge, sondern es ist dies nur in einzelnen, oft weit von einander abstehenden Blattachseln der Fall, und zwar bei den verschiedenen Moosarten in einer sehr verschiedenen Regelmäßigkeit oder Unregelmäßigkeit, sowie ferner auch die Ausbildung der Zweige eine sehr ungleiche zu sein pflegt. Manche Moose verästeln sich wenig oder gar nicht, andere haben an langen Strecken des Stengels keine oder wenige Zweige, an andern viele, sehr nahe zusammenstehende. Bald sieht man die Zweige nach allen Seiten rings um den Stengel ziemlich gleichmäßig entspringen (Fig. 67, d), bald dagegen ist die Stellung mehr eine zweizeilige (b), und Alles dieses wiederholt sich bei den aus den Zweigen des Hauptstengels hervorgehenden Zweigen zweiten Grades.

Der erste Anfang eines jeden Zweiges ist eine einzige Zelle des Stengels, aus welcher der Zweig sich eben so entwickelt, wie der Stengel selbst sich aus einer Zelle entwickelt hat. Ein Zweig ist also eigentlich ein Tochterpflänzchen, welches auf dem Stengel, als auf einer Mutterpflanze, aus einer Zelle entsprungen ist, die als Brutzelle diente. Bei den einzelligen Pflanzen (Pilzen und Algen) ist jede Bildung einer neuen Zelle eine Fortpflanzung; bei den nächst vollkommeneren Klassen gibt sich ein Unterschied kund zwischen der Vermehrung der Zellen einer und derselben Pflanze — auch wohl Wachsthum der Pflanze genannt, aber richtiger die Vermehrung derselben zu nennen — und der Fortpflanzung, d. h. Erzeugung von solchen Zellen, aus deren jeder eine ganz neue Pflanze entstehen kann. Hier haben wir nun mit einer noch größeren Mannigfaltigkeit zu thun: mit der Vermehrung der zu einer einfachen Pflanze gehörigen Zellen, d. h. dem Wachsthume eines ursprünglichen Stengels; sodann mit der Vermehrung gewisser

von diesen Zellen, welche als Brut- oder Keimzellen neuer Pflänzchen auftreten, die das einfache Pflänzchen wiederholen, und nur aus dem Grunde und nur so lange Zweige und nicht Pflanzen genannt werden, als sie ihre Nahrung nicht unmittelbar durch eigene Wurzeln, sondern aus der Pflanze ziehen, welcher ihre Keimzelle angehörte; und neben diesen zwei Vermehrungen von verschiedenem Grade findet sich die Fortpflanzung. Allein um den Zusammenhang zwischen diesen beiden verschiedenwerthigen Arten der Zellenerzeugung, welche bei den einzelligen Pflänzchen nicht unterschieden werden konnten, uns nochmals recht deutlich vor die Augen zu führen, haben wir nur nöthig, unsern Blick darauf zu richten, daß fast an jedem Theile einer Moospflanze gewisse Zellen, wie die in der Brutschicht der Soredien einer Flechte erzeugten Keimzellen, wirklich auch zur Fortpflanzung dienende Brutzellen werden und einem von der Mutterpflanze gänzlich getrennten und unabhängigen Pflänzchen den Ursprung geben können. Vorzugsweise häufig stellen solche Keimzellen sich an denselben Punkten ein, wo die Zweige zu entspringen pflegen, nämlich in den Blattachseln, und um den Gipfel des Stengels bleibt die Bildung der Blätter nicht selten ganz aus, während dicht gedrängt ein Häufchen von Brut- oder Keimzellen sich bildet (Fig. 68, a), aus denen Anfänge neuer Pflänzchen, zellige Körperchen, Brutknospen genannt, sich entwickeln. Aber auch auf der Mittelrippe der einzelnen Blätter oder an der Spitze derselben (c), kann eine Keimzelle sich zur Brutknospe entwickeln. Die Keimzellen fallen entweder von der Mutterpflanze ab, bevor sie sich weiter vermehren, oder aber sie bleiben

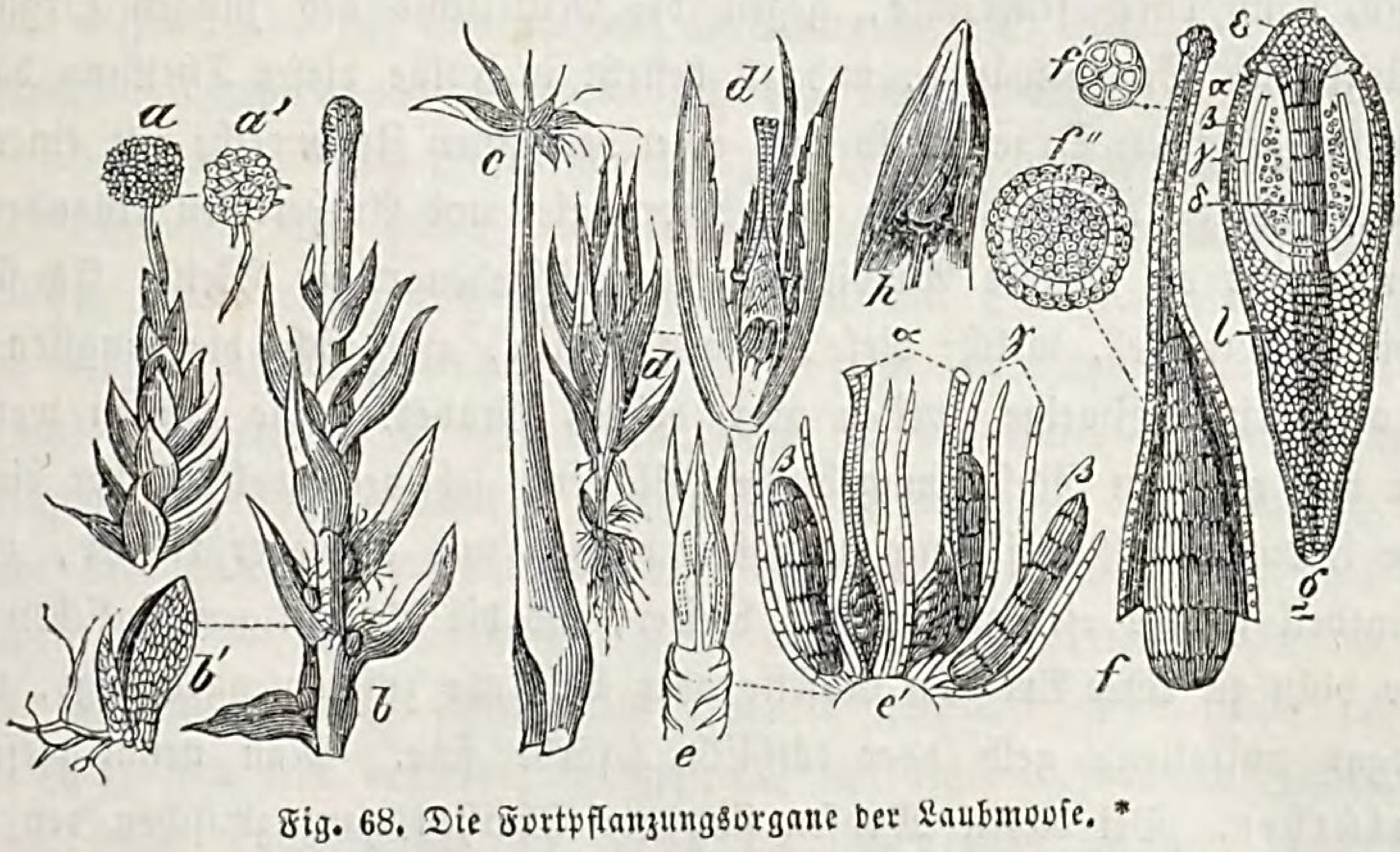


Fig. 68. Die Fortpflanzungsorgane der Laubmoose. *

* *a* Der obere Theil des Stengels vom durchscheinenden Vierzahnmoose (**Tetraphis pellucida**) vergrößert; am Gipfel befindet sich eine Brutknospenbüschel; *a'* ein Brutknöspchen, stärker vergrößert; — *b* der obere Theil des Stengels vom Sumpffeuchtmoose (**Mnium palustre**), vergrößert; der Brutknospenbüschel am Gipfel ist abgefallen, in den Blattachseln befinden sich wurzeltreibende Brutknöspchen; *b'* ein Brutknöspchen, stärker vergrößert; — *c* ein Blatt vom Sprossenmoose (**Syrrhopogon prolifer**), vergrößert, mit einer Brutknospe auf der Spitze; — *d* ein Pflänzchen des engblätterigen Schirmmoses (**Splachnum angustatum**) mit Blüthenknospe; *d'* die Blüthenhülle derselben, stärker vergrößert und geöffnet, um die Sporangien, von denen eins sich zu entwickeln begonnen hat, und die Antheridien zu zeigen; — *e* der Gipfel eines Stengelchens vom Schiefmoose (**Pohlia inclinata**), vergrößert, theilweise der Blätter beraubt; die Stellung der Sporangien und Antheridien ist in der Blüthe mit Punkten bezeichnet; *e'* diese Organe im Innern der Blüthe, stärker vergrößert; α Sporangien; β Antheridien; γ Paraphysen; — *f* ein sich entwickelndes Sporangium des dreikantigen Knotenmooses (**Bryum triquetrum**), dessen Haube sich durch Losreißung vom Grunde getrennt hat; *f'* Durchschnitt durch den röhrenförmigen Gipfel der Haube; *f''* Durchschnitt durch das Sporangium und die umgebende Haube; — *g* vergrößerter Längendurchschnitt durch ein Sporangium des falschen Schirmmooses (**Systylium splachnoides**); α äußere Haut; β innere Schicht derselben; γ innere Haut; δ die Fortsetzung des Stieles, das Säulchen genannt; ε angeschwollener Gipfel desselben, den Deckel bildend; ζ der mit Zellgewebe gefüllte untere Theil des Sporangiums, Ansatz genannt, eine Anschwellung des Stieles. In der das Säulchen umgebenden Höhlung liegen Sporen; — *h* ein Sporangium vom goldenen Widerthon (**Polytrichum commune**) mit der langhaarigen Haube; nat. Gr.

auf ihrem ursprünglichen Platze, bis daß sie aus sich die Brutknospe hervorgebracht haben (b, b' und c), welche noch vor ihrer Trennung von der Mutterpflanze sich mit Wurzeln versieht.

Abgesehen von diesen, zur Fortpflanzung führenden eigenthümlichen Vermehrungsweisen, haben die Laubmoose, ganz ähnlich wie die Lebermoose, eine eigentliche Fortpflanzung durch Sporen, welche auch hier von Antheridien begleitet sind (Fig. 68). Die Sporen entstehen auch hier in Sporangien.

Bei manchen Arten befinden sich Sporangien und Antheridien unmittelbar in gemeinsamer Hülle beisammen, bei manchen endigen gewisse Zweige mit (männlichen) antheridientragenden, gewisse andere mit (weiblichen) sporangientragenden Hüllen, bei manchen endlich bringt die eine Pflanze stets nur Antheridien, die andere stets nur Sporangien hervor. In den ersten Entwicklungszuständen sind die Antheridien und Sporangien durchaus nicht von einander zu unterscheiden. Der Gipfel des Stengels oder Zweiges, auf welchem sie entstehen, hat die Form eines abgeplatteten Halbkugelchens. Einzelne Zellen dieses letzteren, oft viele gleichzeitig, erheben sich anschwellend als kleine Bläschen. Durch Bildung einer schief gegen die Grundfläche liegenden Scheidewand theilt das Bläschen sich, sodann erfolgt eine ähnliche Theilung der den schiefen Gipfel des Bläschens bildenden Zelle durch eine entgegengesetzt schief geneigte Scheidewand. Eine solche wechselnde schiefe Scheidewandbildung je in der obersten Zelle wiederholt sich mehrfach. Die unterhalb der sich auf diese Weise theilenden Gipfelzelle liegenden Zellen, mit Ausnahme der alleruntersten, theilen sich dann durch senkrechte, gegen die Mittellinie des jungen Organes zusammenstrahlende Scheidewände, und es besteht in Folge dieser Theilung das ganze keulenförmig gestaltete Organ bald aus einer vierfachen Zellenreihe mit einer schiefen Gipfelzelle. Bis zu diesem Punkte sind Sporangien und Antheridien einander gleich; nun aber erfolgt die weitere Ausbildung in verschiedenartiger Weise. Es sind nicht immer die Hauptgipfel, welche diese Organe tragen, auch nicht die längsten Zweige, sondern oft geringe Zweige zweiten oder dritten Grades. Die Hüllen werden unmittelbar von den den Gipfel umgebenden Blättern gebildet, welche aber eine eigenthümliche Form und Ausbildung zu haben pflegen und entweder kleiner, oder aber im Gegentheil gerade viel größer und breiter, als die übrigen gewöhnlichen Blätter, stets sehr dicht zu einer Art von Rosette oder Blume zusammengedrängt, und mitunter sogar auffallend gelb oder röthlich gefärbt sind. Man nennt diese Hüllen Moosblüthen. Bei vielen Moosen sind die Blüthen ganz zwischen den Blättern oder Zweigen versteckt (Fig. 68, d).

Die Sporangien, zu deren mehreren, bis zu zehn, die Anlagen innerhalb einer Hülle vorhanden zu sein pflegen, von denen aber fast immer nur ein einziges zur Ausbildung gelangt, sind anfangs flaschenförmig, sehr kurz gestielt und mit einer ganz angewachsenen Haube umgeben, welche auf langhalsigem, röhrenartig hohlem Gipfel eine von Zellen umgebene Mündung trägt (d' und f'). Sobald der Stiel des Sporangiums beginnt, sich zu verlängern, löst sich die Haube von dem Sporangium, zunächst am untern Theile, und reißt durch einen ringsum laufenden wagerechten Riß so in zwei Stücke, daß das untere als eine kleine becherförmige Specialhülle um den Grund des Sporangienstieles in der Hülle zurückbleibt, während das andere als eine wirkliche Haube oder Mütze (calyptra), auf der Spitze

des Sporangiums hangend, mit dem borstenähnlich sich verlängernden Stiele emporgetragen wird, wobei der Hals derselben vertrocknet und einschrumpft. Das an Größe stark zunehmende Sporangium (Fig. 69) besteht aus einer doppelten Hülle blattartigen Zellgewebes, welche den Gipfel des Stielchens umgibt; man kann dasselbe in dieser Rücksicht betrachten als einen mehrfachen Kreis von Blättchen, welche gleich beim ersten Beginne ihrer Entwicklung wegen des engen Einschlusses, in welchem sie sich bilden mußten, mit ihren Rändern zusammenwuchsen, sowie aus demselben Grunde der äußere Blattkreis auch mit den innern zu einer Hülle von mehrfachen Schichten zusammengeschmolzen wurde. Jedoch ist ein solcher Vergleich, so sehr derselbe, besonders bei dem reifen Sporangium, sich aufdrängt, kaum zulässig, da die Art der Entwicklung des Sporangium ihn gar nicht zu unterstützen, sondern eher demselben zu widersprechen scheint. Nur der bequemeren Ausdrucksweise wegen wollen wir denselben einstweilen beibehalten. Auch die Haube selbst kann man ähnlich erklären; bei den Lebermoosen sahen wir dieselbe, an ihrem Gipfel in die einzelnen Blättchen sich theilend, aufreißen. Unter den Laubmoosen zeigen die Torfmoose ganz Aehnliches, indem bei diesen, wie bei den Jungermannien, die Haube am Grunde des Sporangienstieles befestigt bleibt und am Gipfel aufspaltend, das Sporangium heraustreten läßt. Bei dem Steinmoose (Andreaea) zerspaltet sich das reifende Sporangium selbst, wie bei den Jungermannien, in vier blattartige Klappen. Bei allen übrigen Laubmoosen tritt jedoch eine solche Trennung der im Sporangium vereinigten Blätter nicht ein. Wo die letzteren um den Stiel angewachsen sind, da bilden sie eine Verdickung desselben (Fig. 68, g, ζ), den sogenannten Ansatz (apophysis). Innerhalb der von ihnen rings um den Stiel gebildeten, anfänglich ganz geringen Höhlung — also in den Achseln derselben — erzeugen sich aus dem Zellgewebe des Stieles in großer Anzahl Brutzellen, welche jedoch hier nicht zu Brutknospen, sondern zu Sporenmutterzellen werden. Jede dieser Zellen ist anfangs (Fig. 73, a) mit körnelig schleimigem Inhalte gefüllt; dieser theilt sich in vier Partieen (a'), und jede derselben umgibt sich mit einer besonderen Zellhaut (a''). Die so gebildeten Tochterzellen sind Sporen; sie tragen in ihrer Form oft noch die Spuren der gedrängten Lage, in welcher sie sich bildeten; auch sind sie häufig mit mehr oder weniger regelmäßigen Höckerchen oder anderen Verdickungen der Zellhaut versehen (c), welche entweder durch Eintrocknung einer ausgesonderten Schleimlage, oder durch Zerreißung der äußeren Zellhaut während der Bildung einer zweiten inneren und die dabei vor sich gehende Ausdehnung zu erklären sind. Die Sporenmutterzellen werden, während die Sporen sich ausbilden, völlig aufgelöst; es liegen die reifen Sporen im Sporangium rings um den Stiel, welcher hier gewöhnlich das Mittelsäulchen (columella) genannt wird, als ein staubartiges Pulver. Das Sporangium (Fig. 70) gleicht einer Büchse oder Urne, und führt auch diesen Namen (theca). Das Säulchen ist an seiner Spitze ausgebreitet und bildet einen Deckel, unter dessen Rand die eingebogenen Spitzen der im Sporangium verschmolzenen Blättchen

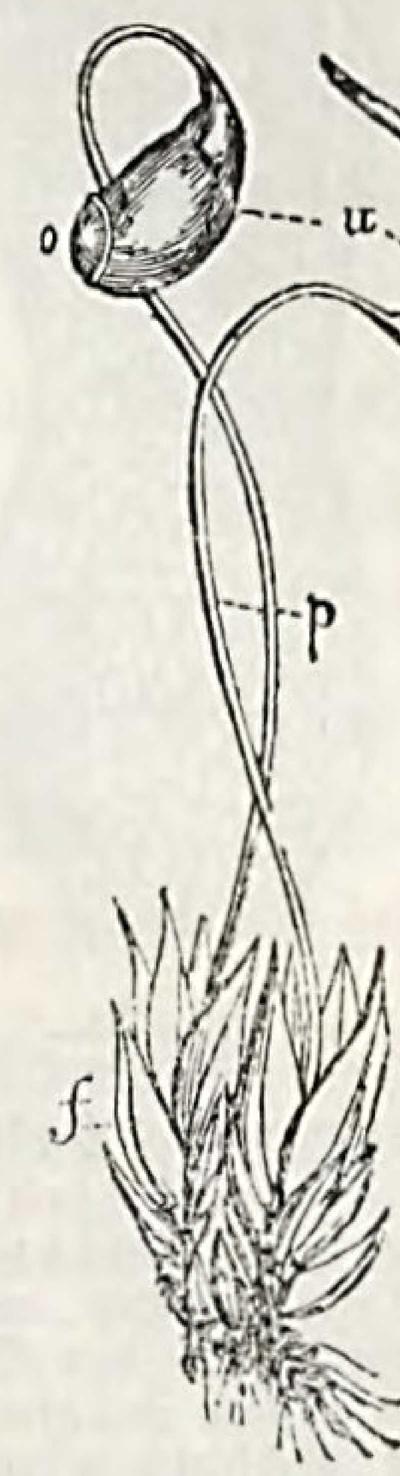


Fig. 69. Das empfindliche Drehmoos (Funaria hygrotrica), doppelte Größe. *

* f Blätter, welche Blüthen umschließen; p Sporangienstiele (Fruchtstiele); u Sporangien; o Deckelchen; c Haube.

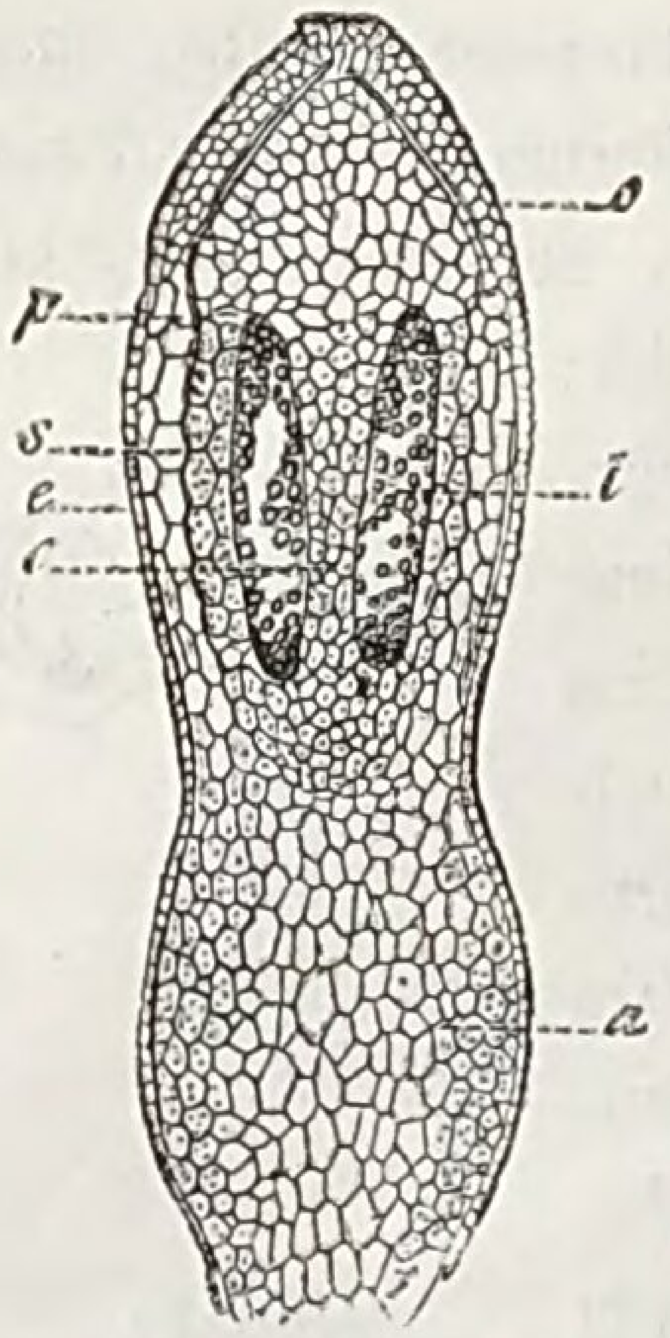


Fig. 70.
Ein noch ganz junges Sporangium des Schirmmooses (Splachnum). *

* *a* Der untere Theil des Sporangiums, der Ansatz genannt; *c* das Mittelsäulchen, welches sich oben verdickt, um den Deckel *o* zu bilden; *e* äußere Zellgewebeschicht; *p* zweite Schicht; *s* innere, die Sporenhöhlung unmittelbar umschließende Schicht; *l* Höhlung rings um das Mittelsäulchen, mit Sporen gefüllt.

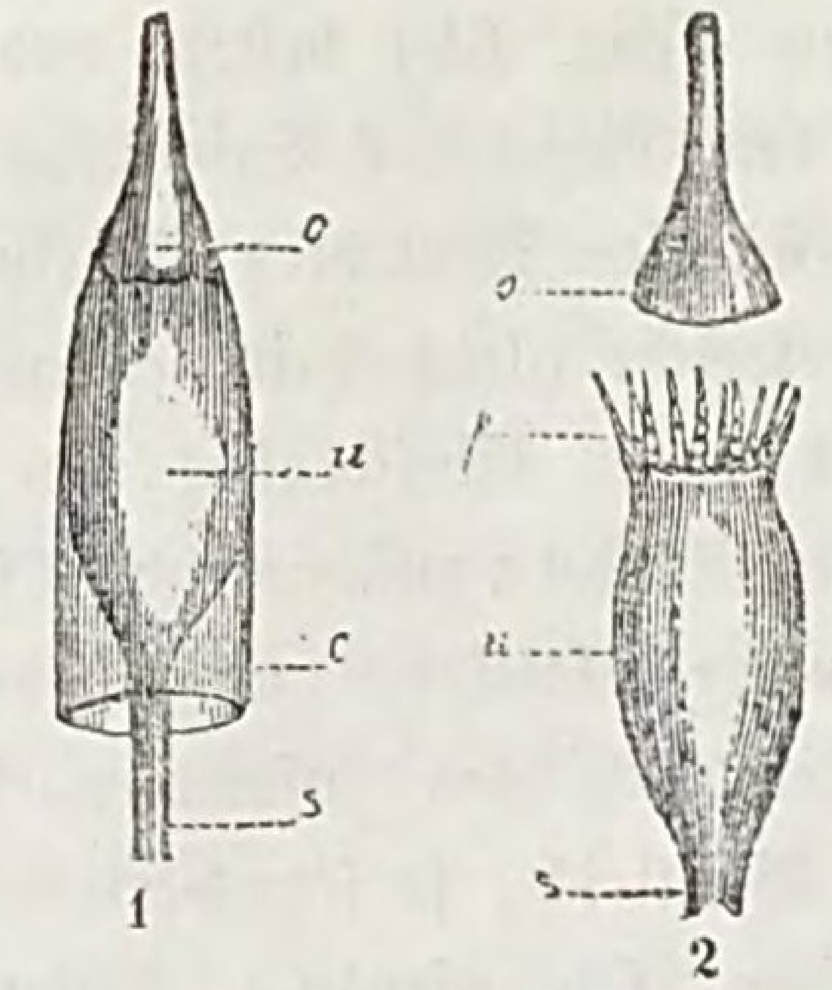


Fig. 71. Das Sporangium des gemeinen Haubenmooses (Encalypta vulgaris), 10fach vergrößert. *

* 1 Das Sporangium noch von der Haube bedeckt; 2 dasselbe nach Abfall der Haube und Lostrennung des Deckelchens; *s* Fruchtstiel; *c* Haube; *u* Urne oder Büchse; *o* Deckelchen; *p* Mündungsbesatz der geöffneten Büchse.

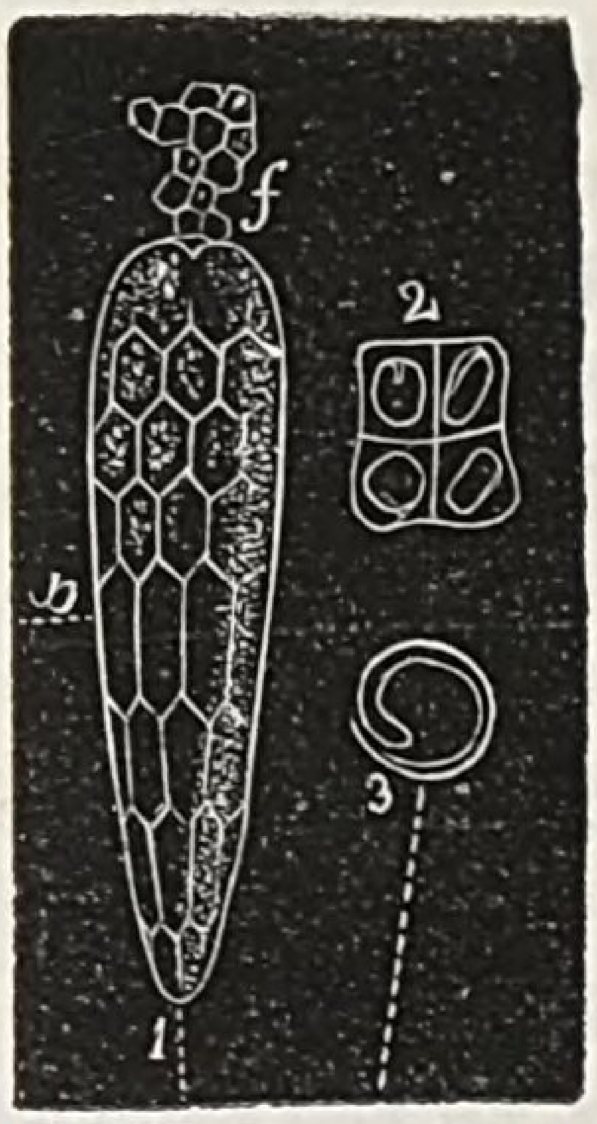


Fig. 72. Antheridie des dreikantigen Astmooses (Hypnum triquetrum). *

* 1 eine Antheridie, stark vergrößert; *a* aus Zellen bestehende Hülle derselben; *f* die Zellen, welche ihren Inhalt bilden, im Begriffe am Gipfel auszutreten; — 2 einige der letzteren Zellen, stärker vergrößert, um die darin befindlichen Spiralfadenzellen zu zeigen; — 3 eine Spiralfadenzelle, das sogenannte Samenthierchen, noch stärker vergrößert.

untergeschlagen liegen. Der Deckel ist oft mit einem schnabelartigen Fortsatze versehen. Wenn die Büchse ganz reif ist, so fällt der Deckel, sich von dem, oft fast ganz geschwundenen, Säulchen ablösend, mitunter aber auch dieses ganz mit sich nehmend, von der Büchse ab, nachdem die, bei der Ausdehnung der Büchse meistens zerrissene Haube vom Winde entführt worden ist (Fig. 71). Aus der geöffneten Büchse verstäuben dann die Sporen. Von Schleuderfäden findet sich keine Spur. Einen Ersatz dafür scheint eine andere Einrichtung zu bieten. Die, wie vorhin erwähnt, unter dem Deckelrande untergeschlagen liegenden und eingebogenen Blattspitzen, welche bei der Reife und Austrocknung meistens in schmale, haarähnliche Spitzchen zerspalten, richten sich dann auch in die Höhe, und so zeigt nun die Büchse um ihren offenen Rand, Mündung (peristoma) genannt, einen einfachen oder doppelten Besatz von 4, 8, 16, 32, 64 u. s. w. feinen Zähnchen, deren Zahl und Form für die verschiedenen Moosarten charakteristisch, aber nur mit einer Lupe zu erkennen ist. Die innerste Schicht des Zellgewebes der Büchse bleibt manchmal mehr oder weniger hautartig über der Oeffnung der Büchse zusammenhangen und heißt dann Zwerchfell (diaphragma, epiphragma). Die Zähnchen, aus ganz eingetrockneten Zellenreihen bestehend, sind hygroskopisch, d. h. sie zeigen die geringste Feuchtigkeit in ihrer Umgebung durch lebhafte Bewegungen an, welche jedoch keineswegs willkürlich sind, sondern durch die stärkere Ausdehnung der Zellen an den zunächst von der Feuchtigkeit betroffenen Punkten und daherige Krümmung hervorgerufen werden. Man kann diese Erscheinung sehr gut beobachten, wenn man den feuchten Hauch des Mundes auf ein Moosbüchschen strömen läßt. Dieselbe Erscheinung der Hygroskopicität findet sich übrigens bei allen, zumal zartfaserigen, ausgetrockneten Pflanzentheilen, wie dieses jedes Baumwollfädchen und jede Flachsfaser zeigen kann.

Der Stiel des Sporangiums und dieses selbst bekommt, wie der Inhalt desselben, bei der Reife durch Umfärbung des Chlorophylls eine braune Farbe. Anfänglich sind wenigstens die äußeren Zellenschichten vollkommen grün, und es verdient bemerkt zu werden, daß an der Büchse, besonders aber auch am sogenannten Ansatze, die äußere Zellenschicht, wie auf dem Laube der Marchantien, eine regelmäßige, dichte Oberhautdecke (epidermis) bildet, welcher sogar die Spaltöffnungen und Lufthöhlen nicht fehlen.

Die Antheridien der Laubmoose haben mit denen der Lebermoose große Aehnlichkeit, sowohl in ihrer Struktur, als auch häufig in der äußeren Form; meistens erscheinen sie kolbenartig. Sie enthalten Zellen, welche aus dem Gipfel entleert werden und aus denen mit Spiralfaden versehene Spermazellen ausschlüpfen (Fig. 72). Eine Befruchtung der Sporangien durch die Spermazellen ist zwar auch hier noch nie beobachtet, indessen sehr wahrscheinlich, indem man beobachtet, daß bei denjenigen Moosen, bei welchen Antheridien und Sporangien auf verschiedenen Pflänzchen stehen, die Sporangien nie ausgebildet und besonders niemals Sporen in denselben entwickelt werden, wenn die sporangientragenden Pflänzchen nicht mit antheridientragenden untermengt sind, oder solche nicht wenigstens in der Nähe vorkommen. Viele Paraphysen, aus fadenförmig aneinander gereihten Zellen bestehend, umgeben die, in jeder Blüthe in mehrfacher Anzahl vorhandenen Antheridien.

Die Sporangien und Antheridien scheinen als eigenthümlich und in äußerster Kleinheit entwickelte Zweiglein, aus Knospen in den Achseln der Blüthenblätter entsprungen, betrachtet werden zu müssen. Die Sporangien erzeugen in den „Achseln der zur Büchse zusammengewachsenen Blattanlagen" als Brutzellen die Sporen. Allein nicht selten sproßt anstatt ihrer aus den Blüthen ein Zweig als ein junges Pflänzchen hervor, indem die Knospe sich nicht auf die besondere, zur Bildung des Sporangium führende, sondern auf die gewöhnliche Weise entwickelte — und eine derartige Entwicklung der Antheridien ist so gewöhnlich, daß man diese Organe von manchen Moosen geradezu als Samen aussäen und zur Keimung bringen kann. Auch auf die große Aehnlichkeit, welche zwischen den Paraphysen und den Wurzeln der Moose obwaltet, verdient die Aufmerksamkeit gerichtet zu werden.

War schon die Fähigkeit aller Theile der Moospflanzen, sich durch Bewurzelung zu selbstständigen Pflanzen zu machen, sowie die Erzeugung zahlreicher Keimzellen oder Brutknospen genügend, die Vermehrung der Moospflänzchen sehr zu begünstigen, so ist die Keimung der in den Büchschen sehr zahlreich sich erzeugenden Sporen noch mehr hiezu geeignet. Die keimende Spore (Fig. 73) verlängert

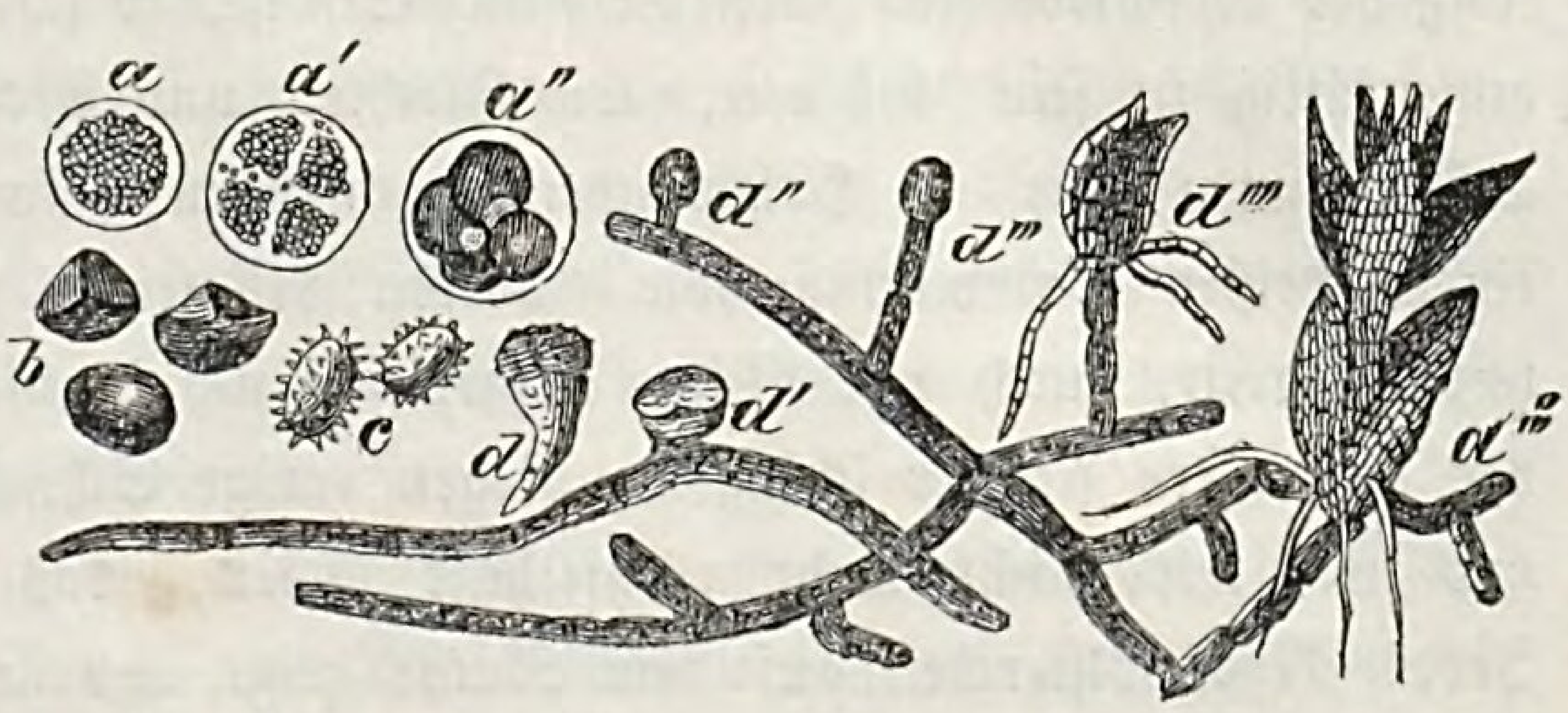


Fig. 73. Die Entwicklung und Keimung der Moossporen. *

* *a* Eine vergrößerte Sporenmutterzelle vom Haubenmoose (**Encalypta vulgaris**) mit ungetheiltem körnelig schleimigem Inhalte; *a'* dieselbe mit viergetheiltem Inhalte; *a''* dieselbe mit vier Sporenzellen; *b* vergrößerte Sporenzellen vom dichten Torfmoose (**Sphagnum compactum**); *c* solche vom Bartmoose (**Phascum serratum**); *d* keimende Spore der lanzettblätterigen Weissie (**Weissia lanceolata**; *d'* dieselbe weiter entwickelt zu einem fadenförmigen, confervenähnlichen Vorkeime; *d''* und *d'''* Zellen des Vorkeims in der Vermehrung begriffen, um Moospflänzchen zu bilden: *d''''* und *d'''''* junge Moospflänzchen. —

sich schlauchartig, indem eine Tochterzelle die Zellenhaut derselben sprengt, und diese Tochterzelle sendet nach einer oder nach mehreren Seiten neue Zellen aus, welche sich, fortzeugend, zu fadenförmigen, sich vielfach verästelnden Reihen entwickeln. Diese äußerst zarten Fäden, deren Zellen unter dem Mikroskope in ihrem wasserhellen Zellsafte zahlreiche Chlorophyllkügelchen zeigen, und welche daher dem bloßen Auge als grüne Faserchen erscheinen, verflechten sich als ein vielfaches Gewebe auf der feuchten Erde. Sie sind der **Vorkeim** der Laubmoose. Einzelne Aeste, anstatt sich zu verlängern, endigen mit einer kugeligen Zelle, innerhalb deren eine Theilung und Bildung neuer Zellen in verschiedener Richtung vor sich geht, und aus denen auf diese Weise das Parenchym eines Moosblättchens hervorgeht, an dessen Grunde sogleich neue Blättchen hervorsprossen, während einzelne Zellen sich zu Wurzelfäden verlängern. So bringt jeder Vorkeim eine Mehrzahl von Moospflänzchen hervor, welche mehr oder minder gleichzeitig aufzutreten beginnen. Daher die so gewöhnliche Erscheinung des rasenartigen Beisammenstehens sehr vieler Moospflänzchen, welches man auf der nassen Erde der Blumentöpfe im Zimmer eben so gut beobachten kann, als auf dem Waldesgrunde, auf Mauern und Dächern.

Die Zellhaut der Moose ist stets die gewöhnliche **Cellulose**, welche durch die Ausschließlichkeit, mit welcher sie bei dieser und allen folgenden Klassen der Pflanzen den genannten hauptsächlichsten Theil der festen Pflanzenmasse darstellt, den ihr insbesondere vorbehaltenen Namen des Zellenstoffes mit Recht verdient. Der Zellensaft enthält aufgelöstes Pflanzeneiweiß (Albumin) und Gummi oder diesen isomere Substanzen, und bildet so eine schleimige Flüssigkeit, in welcher Stärkemehl und durch Chlorophyll grüngefärbte Wachskügelchen, sowie fette Oeltröpfchen schwimmen. Aber auch erdige, metallische und salzartige Stoffe sind theils in den Zellenwandungen abgelagert, theils im Zellsafte aufgelöst enthalten, und diese bleiben, wenn man Moose oder den aus solchen entstandenen Torf verbrennt, als unverbrennliche **Asche** zurück. Die Pflänzchen saugen diese Stoffe als auflösliche Verbindungen mit dem Wasser ein. In manchen Fällen könnte es räthselhaft erscheinen, woher solche Verbindungen rühren möchten. Denn wenn man auch bei Pflanzen, welche auf dem Erdboden wachsen, begreiflich findet, daß dieselben mineralische Stoffe der verschiedensten Art aufnehmen, da ja der Erdboden aus der Verwitterung der verschiedensten Gesteine entstanden ist, so scheint doch die Erklärung nicht so augenfällig zu sein bei den, wie Flechten und Moose so häufig zu thun pflegen, auf Bäumen oder an Holzwänden wachsenden Pflanzen. Doch sehe man nur an einem heißen Sommertage die Wolken des feinen Staubes, welche von Straßen und Feldern, durch den Wind aufgejagt, sich in die Luft erheben; man sehe, wie der an unsere Fenster schlagende Regen erdige Schmutzflecke und Gerinne zurückläßt, und man wird nicht mehr räthselhaft finden, was sich hieraus so leicht erklärt. Jedes Moospolsterchen auf dem Dache zeigt uns auch, wie solcher Staub sich an den Moospflänzchen sammelt, und wie die Moose sich einen Erdboden zu schaffen im Stande sind, wo ihnen ein solcher nicht von vorn herein dargeboten war.

Die Laubmoose scheuen die Kälte eben so wenig, als die Lebermoose und Flechten. Sie wachsen daher in derjenigen Jahreszeit vorzugsweise und erzeugen in derselben ihre Früchte, in welcher die übrigen Pflanzen blätterlos dastehen, in welcher sie daher unter diesen genügendes Licht, und in welcher sie endlich reichliche Feuchtigkeit

finden — in den gemäßigten Gegenden im Spätherbste und im Vorfrühlinge. Auch dieser Umstand ist von Wichtigkeit. In den Wäldern verfault um diese Jahreszeiten die ganze abgefallene Laubmasse des vergangenen Sommers. Die gasartigen Produkte der Fäulniß würden großentheils in die Luft übergehen und dem Walde somit entzogen werden, wenn nicht die üppige Vegetation der Moose dieselben benutzte und dadurch an den Boden fesselte, und auf diese Weise endlich durch ihre eigene, unterhalb ihrer Rasendecke und bei stets in ihnen angesammelter Feuchtigkeit das ganze Jahr hindurch, ja bei der Wärme des Sommers vorzugsweise, vor sich gehende Fäulniß den Waldbäumen wieder zuführte. Auch aus diesem Grunde der Nachtheil des Fortnehmens der Moose aus den Forsten! — In den winterlosen Gegenden der Erde ist die Klasse der Laubmoose in viel geringerem Grade entwickelt, als in den gemäßigten. Vollkommenere, sich mächtiger entfaltende Gewächse, scheinen sie dort zu unterdrücken und durch die eigene unausgesetzte Vegetation zu verdrängen. Dagegen sind Moose selbst in den kalten Zonen in außerordentlicher Menge zu finden. Doch zeichnet sich die Klasse weniger durch große Zahl verschiedener Arten aus, deren man bislang nicht ganz 2000 kennt, als vielmehr durch die, allen Ziffern sich entziehende, Menge der Einzelpflänzchen (Individuen).

Erkennbare Ueberreste von Laubmoosen sind nur aus tertiären Formationen bis jetzt aufgefunden worden. Dennoch kann man nicht zweifeln, daß dieselben auch in früheren Perioden der Erde vorhanden, ja, allem Anscheine nach viel vorherrschender und bedeutender waren. In ihrer Entwicklung durchlaufen sie die Stufe der Fadenalgen, mit denen man die Vorkeime der Moose leicht verwechselt. In vielen Beziehungen die Lebermoose, besonders die Marchantien, an Vollkommenheit übertreffend, stehen sie andererseits durch den Mangel eines wahren Prosenchyms und der Spaltöffnungen im Zellgewebe der Blätter auffallend hinter denselben zurück.

IV. Klasse. Die Zapfenmoose. (Lycopodiaceen.)

Die Klasse der Zapfenmoose ist eine von denjenigen, deren wahre Bedeutung bei ausschließlicher Betrachtung der gegenwärtigen Pflanzenwelt durchaus nicht erkannt werden kann. Es ist eine von denjenigen Gruppen von Geschöpfen, welche in den Vorzeiten der Erde als Vorläufer mehrerer, gegenwärtig blühender und durch die verschiedensten Merkmale weit getrennter Klassen, die Merkmale dieser in sich vereinigend, den Höhenpunkt ihrer Entwicklung erreichten und nur noch spärlich in der jetzigen Periode vertreten erscheinen.

Die Bärlappmoose (Fig. 74), mit dünnem, schlangenförmig langgestrecktem, am Boden kriechend wachsendem Stengel, welcher dicht mit lanzettförmigen, meistens in eine feine, borstenähnliche Spitze auslaufenden Blättern besetzt ist, geben allein in den gemäßigten Erdstrichen jetzt noch ein Bild von der Organisation dieser merkwürdigen Gewächse. Die Stengel gleichen dicken Moosstengeln, die Blätter stehen an denselben in Spirallinien; reißt man die Blätter ab, so erkennt man diese Linien sehr deutlich, denn unter jedem Blatte ist der Stengel ein wenig angeschwollen, so daß das Blatt auf einem dreieckigen oder rautenförmigen, nach unten sich

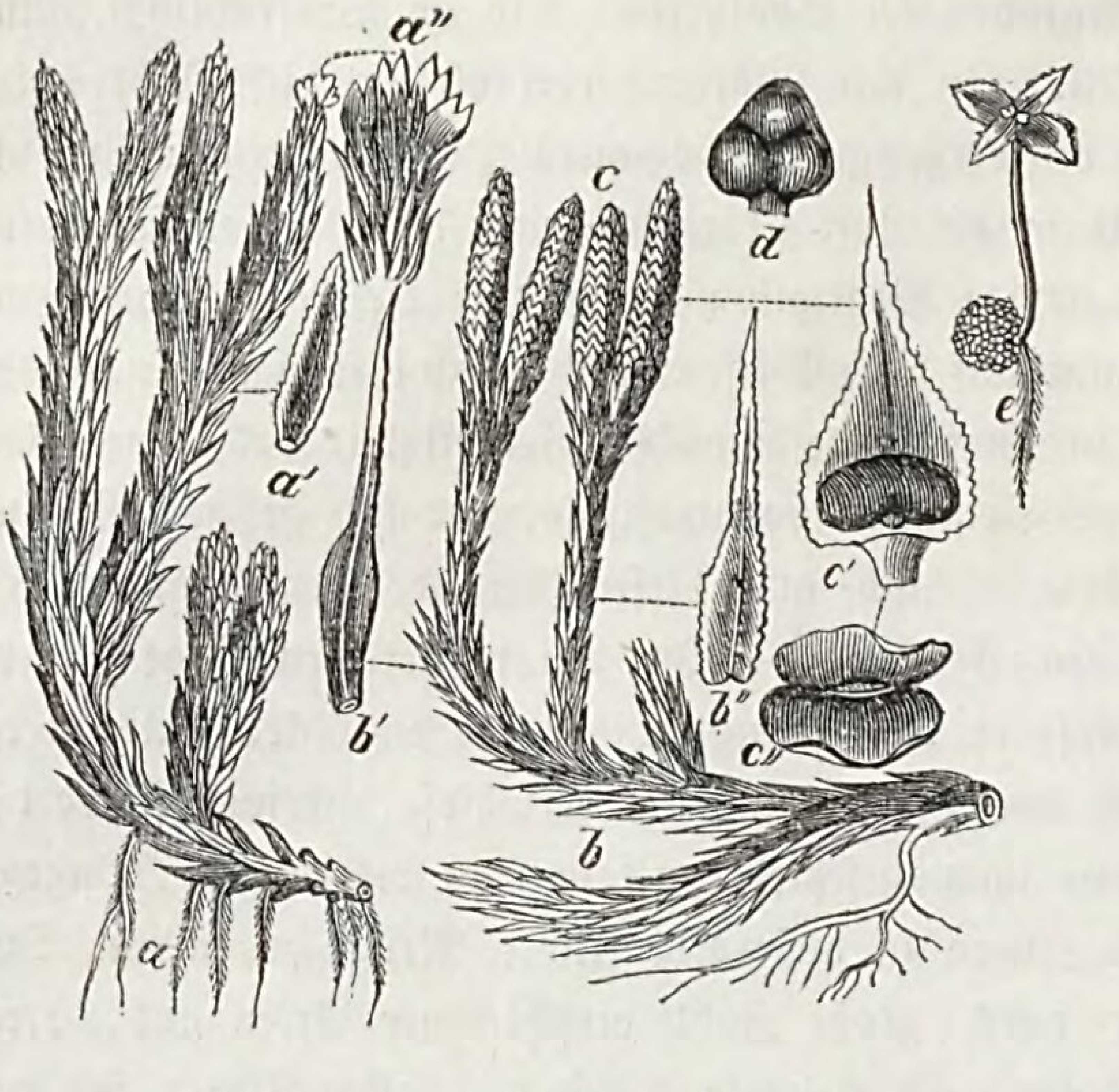


Fig. 74. Die Zapfenmoose und ihre Fortpflanzung. *

*a Ein Stück des Tännelbärlappmooses (**Lycopodium selago**); natürliche Größe; *a'* ein Blättchen vergrößert; *a''* der Gipfel eines Astes mit einer Knospe; *b* ein Stück des Schlangenbärlappmooses (**Lycopodium clavatum**) *b'* ein Blatt vom Stengel; *b''* ein Blatt des Fruchtstieles; *c* die Fruchtzapfen; *c'* ein Blatt des Fruchtzapfens mit einer Frucht; *d* eine der unteren vierknöpfigen Früchte des Schweizerbärlappmooses (**Lycop. helveticum**) vergrößert; *e* eine Spore vom gezähnelten Bärlappmoose (**Lycop. denticulatum**) mit dem aus ihr gekeimten Pflänzchen, vergrößert; der Vorkeim ist in der Spore verborgen.

lang ausspitzenden Höckerchen steht, welches mit der durch den Abriß des Blattes entstehenden Narbe zurückbleibt und die Stelle des letzteren bezeichnet. Eigentliche Zweige, welche aus Achselknospen über den Blättern entspringen, sind bei den meisten Arten nur wenige oder gar keine vorhanden. Dagegen setzt sich das Wachsthum des Stengels, welcher, wie bei den Laubmoosen nach einer Richtung unbegrenzt fortwächst, häufig nicht einfach, sondern gabeltheilig fort, indem die vermehrungsfähigen Zellen an der Spitze sich in zwei Gruppen theilen. Seiner ganzen Länge nach entwickelt der Stengel auf der der Erde zugewandten Seite Wurzeln und ernährt sich somit, trotz dem von unten nach oben fortschreitenden Absterben.

Das Gewebe dieser Pflanzen besitzt weit größere Vollkommenheit, als bei den übrigen Moosen. Alle Theile derselben sind durch eine gleichmäßige Schicht eigenthümlicher Zellen mit einer wahren Oberhaut bekleidet, und auf beiden Flächen der Blätter, der oberen, wie der unteren, entdeckt man unter dem Mikroskope häufige Spaltöffnungen, welche mit Lufthöhlen in Verbindung stehen. Unter der Oberhaut bestehen die Blätter aus mehreren Lagen ziemlich rundzelligen Parenchyms. Der Stengel besteht seiner Hauptmasse nach aus regelmäßigem Parenchym, dessen Zellen durch mehrfache Verdickungsschichten ihrer Zellhaut eine große Festigkeit besitzen. Die Mitte desselben umschließt sehr langgestreckte Faserzellen, welche hier großentheils so zusammengefügt sind, daß sie zusammenhangende Fäden darstellen. Ja, diese zusammenhangenden Faserzellen haben sogar häufig da, wo sie sich berühren, ihre Zellenhaut durch eine Auflösung, deren Ursache man nicht kennt, verloren, so daß ein unmittelbarer Zusammenhang ihrer inneren, röhrenförmigen Höhlung stattfindet. Derartige, zu Röhren vereinigte Faserzellen (Fig. 75) nennt man Gefäße, weil man dieselben früher für Organe ansah, welche, wie die Blutgefäße der Thiere, die Verbreitung der Säfte in der Pflanze vermittelten. Weiß man gleich gegenwärtig, daß diese Vermittlung nur theilweise und in beschränkterem Maße stattfindet, ja, daß die Gefäße in den ganz ausgebildeten Organen der Pflanzen sogar saftleer und mit gasförmigen Stoffen — sei es atmosphärische Luft, oder seien es Gase, welche in der Pflanze ausgeschieden werden — erfüllt zu sein pflegen, so ist nichts destoweniger die Beförderung der Saftverbreitung durch die sich bildenden Gefäße in den noch jungen Organen vermuthlich eine sehr wichtige, indem wir in allen vollkommeneren



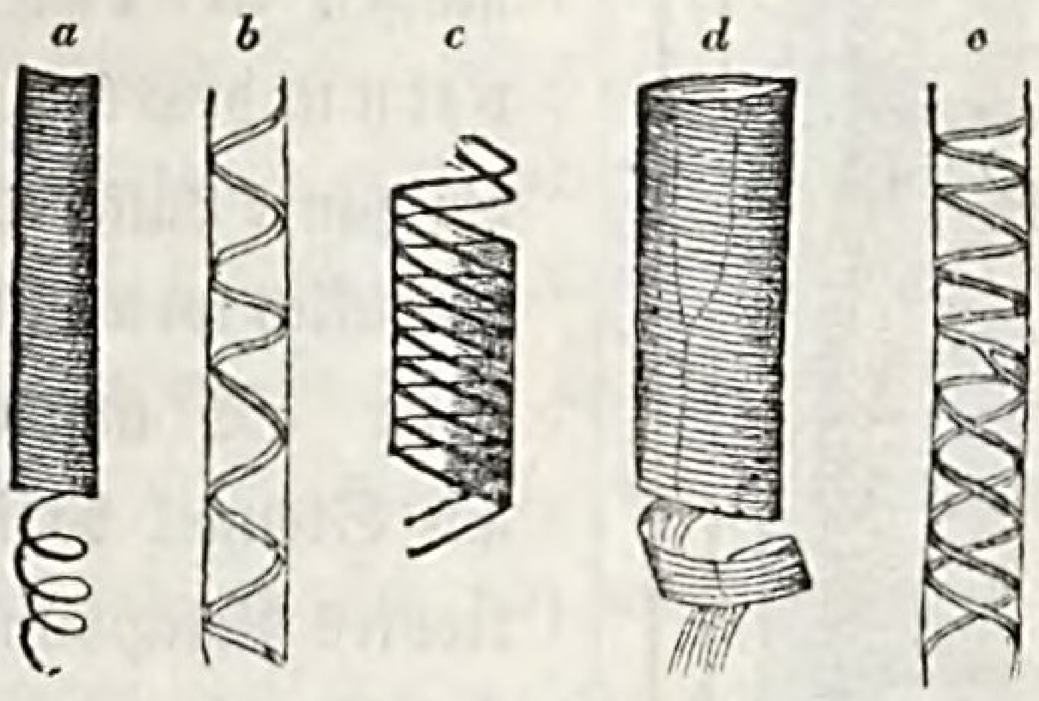


Fig. 76. Spiralgefäße. *

* a Einfaserig mit ungetrennter Spiralleiste; b einfaserig mit gestreckter Spiralleiste; c zweifaserig; d vielfaserig; e unregelmäßig, im unteren Theile einfaserig, im oberen zweifaserig.

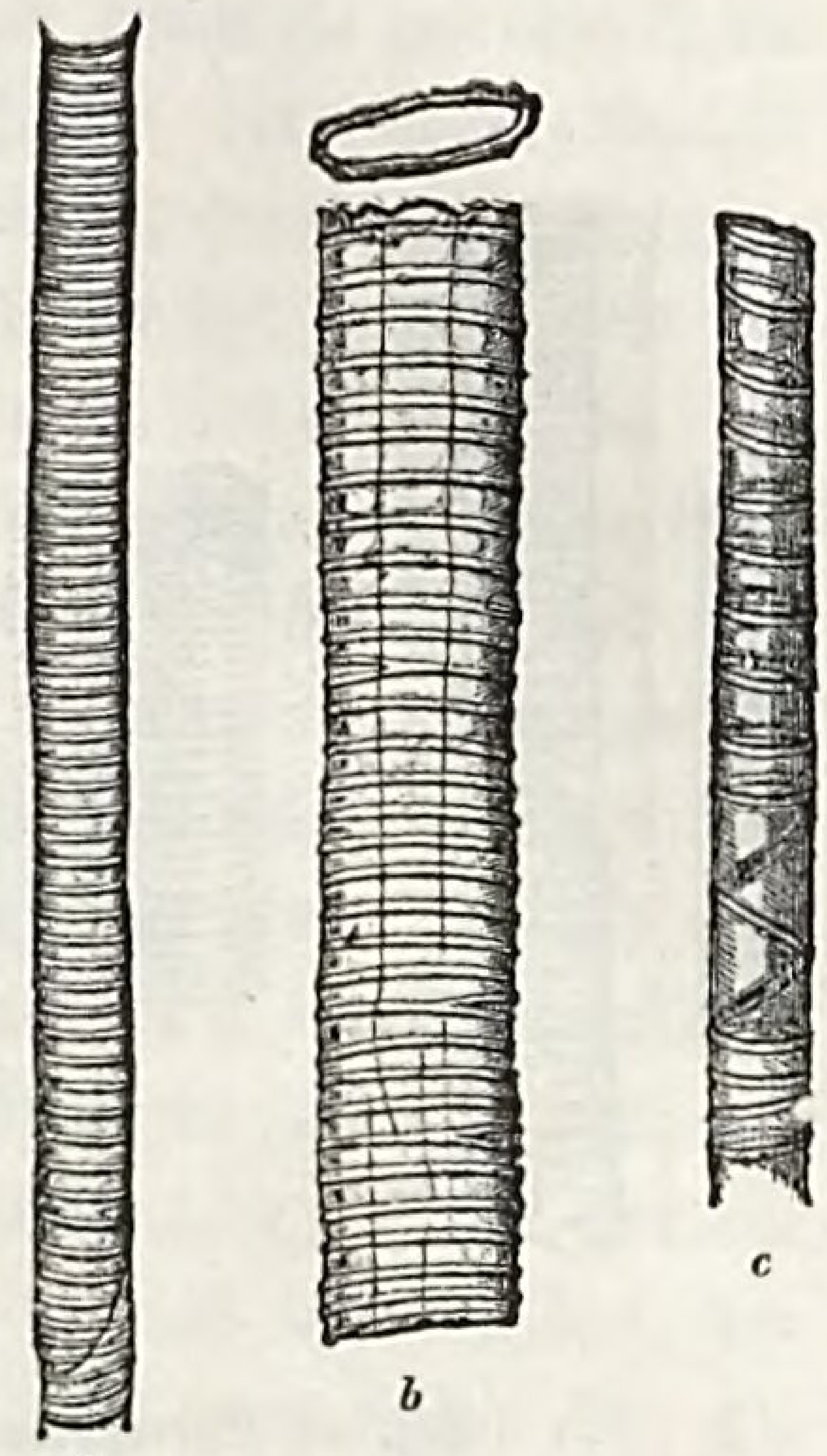


Fig 77. Ringgefäße. *

* a Regelmäßig; b, c unregelmäßig.

Fig. 75. Faserzellen zu einem Gefäße vereinigt. *

* Wir bedienen uns, zur Erläuterung der verschiedenen Formen von Gefäßen, welche bei vollkommneren Pflanzen vorkommen, einiger Abbildungen, welche von der Rose (75 und 76, a), vom Kürbis (76, b), vom Pisang (76, c, d), von der Runkelrübe (76, e), von der Balsamine (77), vom Weinstocke (78, a, b und d) und vom Königsfarren (78, c) genommen sind.

Pflanzen stets Gefäße antreffen, und in um so erheblicherer Menge, je entwickelter die Organisation einer Pflanze ist, während andererseits die unvollkommeneren Pflanzen, sowie die frühesten Entwicklungszustände der vollkommeneren, keine Spur von Gefäßen, sondern höchstens, als unentwickelte Anlage zu solchen, langgestreckte oder Faserzellen enthalten — ein Umstand auf welchem die Eintheilung der Pflanzen in Zellenpflanzen [Pilze, Algen, Meermoose, Lebermoose und Laubmoose] und Gefäßpflanzen [Zapfenmoose, Farren und alle Samenpflanzen] beruht. Die Spiralfaserzellen in den Marchantien und in einigen Theilen der Jungermannien haben mit Gefäßen schon eine ziemliche Verwandtschaft. Wie bei jenen, bildet sich auch in den ächten Gefäßen durch verdickenden Absatz der Cellulose an der inneren Fläche der Zellenwandungen und gleichzeitige Längenausdehnung der Faserzellen eine spiralig verlaufende Leiste oder mehrere solche, deren Streckung ferner äußerst verschieden sein kann, oder bei minder stetig und gleichmäßig vor sich gehender Ablagerung der Verdickungen ein mannigfaltiges Netzwerk von unvollkommenen Spiralen oder von Ringen, welche endlich in vielen Fällen stellenweise zusammenhangen und so oft nur schmale, kürzeren oder längeren knopflochartigen Schlitzen, oder auch runden Punkten oder Löchern ähnliche Zwischenräume der einfachen und zarten Zellenmembran zwischen sich lassen. Es entstehen auf diese Weise vielerlei verschiedene Gefäße, welchen man, in der Meinung, daß diese Verschiedenartigkeit, deren wahre Ursache man unter dem Mikroskope lange nicht zu erkennen vermochte, von erheblicher Bedeutung sei, die charakteristischen Benennungen von Spiralgefäßen (Fig. 76) (einfaserigen a, b; zweifaserigen c; vielfaserigen d, regelmäßigen und unregelmäßigen e), Ringgefäßen (Fig. 77, a, b, c), netzförmigen (Fig. 78, a), gestreiften (b), treppenartigen (c) und punktirten oder getüpfelten (d) Gefäßen beilegte. Im Stengel der Zapfenmoose trifft man vorzugsweise netz=

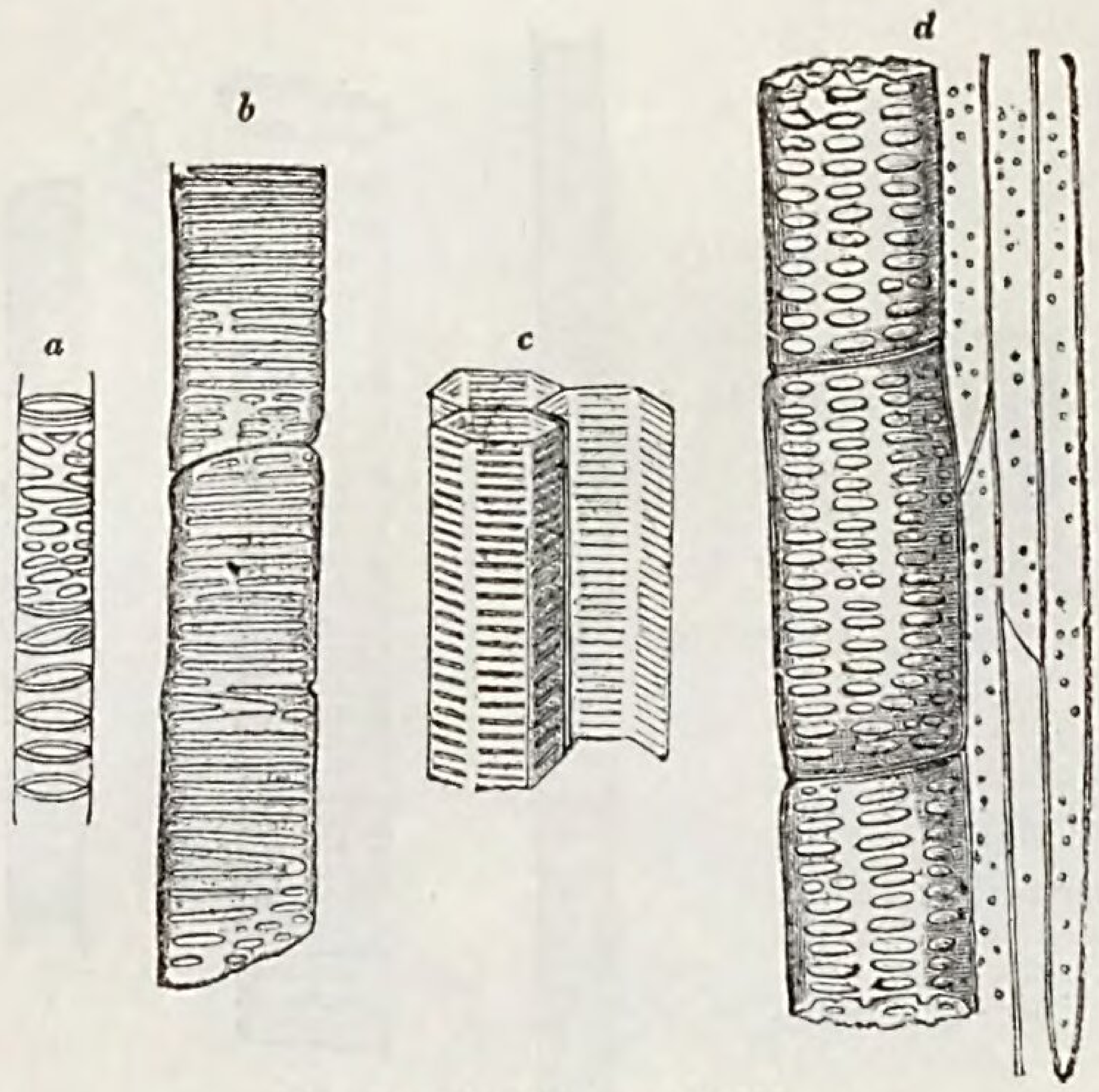


Fig. 78. Verschiedene Gefäße. *
* *a* Netzförmig; *b* gestreift; *c* treppenartig; *d* getüpfelt.

und treppenförmige, sowie auch Ringgefäße, und zwar verlaufen ihrer viele durch zwischenliegende Prosenchymmassen zu **bandförmigen Bündeln und Strängen** vereinigt durch die ganze Länge desselben (Fig. 82, a). Ziemlich weit unterhalb jedes Blattes, tiefer als äußerlich das Höckerchen am Stengel beginnt, zweigt sich ein kleines Gefäßbündelchen aus der Mitte des Stengels ab und nähert sich mehr und mehr dem Umfange, um in das Blatt einzutreten, in welchem dasselbe bis zur Spitze verläuft.

Die **Achselknospen** bilden sich bei manchen Lycopodiaceen etwas fleischiger aus, als sie gewöhnlich zu sein pflegen, und trennen sich als **Brutknospen**, um neue Pflänzchen zu erzeugen, vom Stengel. In diesem Falle pflegen sie von einigen breiteren und längeren Blättern, wie von einer Hülle umgeben zu sein (Fig. 74, a′).

Die **Fortpflanzungsorgane** erscheinen bei dieser Klasse ganz als eigenthümlich ausgebildete Achselknospen. Sie stehen entweder in den Blattachseln der gewöhnlichen Zweige, oder aber theils in diesen, theils in solchen von eigenthümlich geformten Fruchtzweigen, oder auch nur in den letzteren. Die **Fruchtzweige** sind am Grunde einfach, langgestreckt und nur mit vereinzelteren Blättern von etwas besonderer Form (Fig. 74, b″) besetzt, theilen sich sodann einfach- oder zweifachgabelig und endigen mit **zapfenförmigen Aesten**. An diesen Aesten (c) stehen kurze, breitere Blätter (c′) sehr dicht gedrängt und decken sich dachziegelartig, ganz wie die Schuppen eines Tannenzapfens. Es finden sich zweierlei kapselartige Behälterchen, von welchen man jedoch bei einigen Arten von Zapfenmoosen erst die eine oder andere entdecken konnte, während bei andern beiderlei Formen vorkommen. Beide sind bei ihrer Entwicklung zellige Häufchen, welche einzeln in den Achseln der Blätter stehen und an letztere selbst angewachsen sind. Die äußeren Zellen dieser Häufchen bilden, sich vermehrend, eine Kapselhülle von bald platt eiförmiger (Fig. 74, c), bald vierknöpfiger (d) Gestalt, während die vier innersten Zellen jede in sich entweder eine größere Zahl von kleineren Zellen, oder aber eine große Zelle in ihrem Zellsafte erzeugen. Die kleineren Zellen entwickeln sich in der Regel in den eiförmigen Kapseln, welche in Blattachseln des Fruchtzapfens oder doch in der Nähe des Gipfels der Zweige stehen; die großen Zellen dagegen finden sich in den weiter unten an den Fruchtzweigen stehenden vierknöpfigen Kapseln, deren Form sie selber hervorrufen. Letztere sind sowohl der Größe nach, als auch in der Art und Weise, wie sich aus ihnen das junge Pflänzchen entwickelt, von den Sporen der Laubmoose beträchtlich abweichend, dennoch aber als **Sporen** zu betrachten. Sie haben bei einigen Arten wohl 1/10 Linie im Durchmesser und sind daher dem bloßen Auge gar wohl bemerkbar, mit dicker, höckerig eingetrockneter Schleimschicht überkleidet und innerlich

mit einem an Oeltröpfchen reichen Zellsafte gefüllt. Man nennt sie gewöhnlich die „großen Sporen" der Zapfenmoose. Die kleinen Zellen der andern Kapseln werden im Gegensatze zu ihnen „kleine Sporen" genannt, indem man sie lange ebenfalls für Sporen hielt, wozu man sich um so mehr berechtigt glaubte, als sich aus ihnen mitunter junge Pflänzchen entwickeln. Jedoch ist solches auch bei den Antheridien der Laubmoose in einzelnen Fällen beobachtet worden, und für Antheridien haben wir auch die kleinen Sporen der Zapfenmoose zu halten; nur verkannte man sie lange, weil sie erst, nachdem sie aus den zweiklappig aufspringenden Kapseln auf den Boden gefallen sind, ihre volle Ausbildung erreichen. Es saugen dieselben dann Feuchtigkeit in sich ein und erzeugen sodann in ihrem Zellsafte eine große Zahl von kleineren Zellen, welche endlich hervorplatzen und deren jede wieder in sich eine spiralig zusammengekrümmte, fadenförmige Spermazelle enthält. — Die „großen" oder eigentlichen Sporen haben eine Keimungsweise, welche von der Keimung der Laubmoose erheblich abweicht. Es bildet sich nämlich in denselben, der Wandung angeschmiegt, eine flache linsenförmige Zelle (ähnlich wie bei Fig. 84, g), welche durch Theilung sich vermehrt und in ein Zellenhäufchen verwandelt (Fig. 84, h), über welchem die Sporenhaut aufplatzt. Eine Zelle in der Mitte des neugebildeten Zellenhäufchens, des innerhalb der Spore gebildeten Vorkeimes, entwickelt sich vorzugsweise kräftig, nachdem die es bedeckenden Zellen über ihm auseinandergewichen sind und eine offene Lücke gebildet haben. In dieser bevorzugten Zelle, der Keimzelle des Vorkeimes, werden viele neue Zellen gebildet (Fig. 84, i); es entsteht ein zelliges Körperchen, und dieses entwickelt sich, durch fortwährende Vermehrung seiner Zellen, besonders aber stets in abwechselnder Richtung durch schiefe Scheidewände vor sich gehende Theilung der Gipfelzelle zu einem neuen Zapfenmoospflänzchen (ähnlich wie bei Fig. 84, k), welches dann aus der Spore hervorbricht und aus seinem unteren Theile ein seitenständiges Würzelchen erzeugt (Fig. 74, e). Mitunter werden zwei Keimzellen innerhalb des Vorkeimes einer Spore ausgebildet, und in Folge dessen wachsen aus einer solchen Spore dann zwei neue Pflänzchen hervor. — Eine Befruchtung des die großen Sporen erzeugenden Kapselchens findet bei den Zapfenmoosen jedenfalls nicht statt; die Sporen werden ohne eine solche gebildet. Dagegen hat man Grund zu der Vermuthung, daß die Spermazellen aus den Antheridien, den sogenannten „kleinen Sporen," die mit ihrer Ausschüttung gleichzeitig gebildete Keimzelle des Vorkeimes in den großen Sporen durch die über ihr geöffnete Lücke befruchten, wozu ein gemeinsam beiderlei „Sporen" befeuchtendes Thautröpfchen am Erdboden leicht die Gelegenheit geben kann. Bei der Klasse der Wurzelfarren werden wir sogleich einen ähnlichen Vorgang noch specieller kennen lernen.

Man kennt gegenwärtig etwa 200 Arten von Zapfenmoosen, meistens dem Geschlechte der Bärlappe (Lyopodium) angehörend. Die bei uns einheimischen Arten, etwa 12, sind alle kleine, kriechende Pflanzen, aus welchen man in Schweden Vorzimmermatten zur Reinigung der Füße flicht, während man in andern Gegenden, mit fast vergessenem Aberglauben, Kränze aus denselben windet, die, an der Decke des Zimmers aufgehängt, durch die hygroskopische Eigenschaft des ausgetrockneten Zellgewebes, bei jeder Veränderung im Feuchtigkeitszustande der Luft sich rühren und daher die sogenannte „Unruhe" bilden. Das Kraut einiger Arten kann zum

Gelbfärben benutzt werden. Die staubartig feinen Sporen einiger einheimischer Gattungen liefern das sogenannte Hexenmehl, Blitzpulver oder Wundmehl (semen Lycopodii) der Apotheken.

In den heißeren Gegenden der Erde sind die Zapfenmoose zahlreicher und erreichen eine beträchtlichere Größe. Auf Sumatra findet sich sogar eine ungeheure, baumartig vom Boden emporwachsende Art. Diese allein kann noch einen Vergleich gewähren mit den kolossalen Zapfenmoosen, deren Ueberbleibsel in der Uebergangs- und Steinkohlenformation so häufig waren und vereinzelter in allen späteren Formationen das allmählige Aussterben dieser Riesengewächse ankündigen. Insbesondere sind hieher zu rechnen die Lepidodendren (Fig. 79 und 80), deren vielfach gabeltheilige Stämme, in Kohle verwandelt, theils noch von deutlichen Spuren schmaler, lanzettförmiger Blätter begleitet, theils an den auf dreieckigen oder rhomboidalen Höckern befindlichen und oft noch die Poren der Gefäßbündel zeigenden Blattnarben erkenntlich sind, und deren Stämme einen Fuß im Durchmesser erreichten. Man hat die Zweige derselben mit ganz wohl erkennbaren Fruchtzapfen gefunden. Auch die Stigmarien (Fig. 81) gehörten, allem Vermuthen nach, zu dieser Klasse; doch hatten dieselben einen abweichenden Wuchs. Es finden sich theils einzelne Zweigstücke mit Blättern und mehr oder weniger erkennbaren Blattnarben, theils aber eigenthümliche holzige Scheiben, von 2 bis selbst 4 Fußen im Durchmesser, welche in der Mitte vertieft, auf der Unterseite mit Spuren von Wurzeln versehen und am Rande herum zu zahlreichen, nach allen Richtungen ausgestreckten Zweigen ausgewachsen sind. Die Zweige theilen sich gabelig.

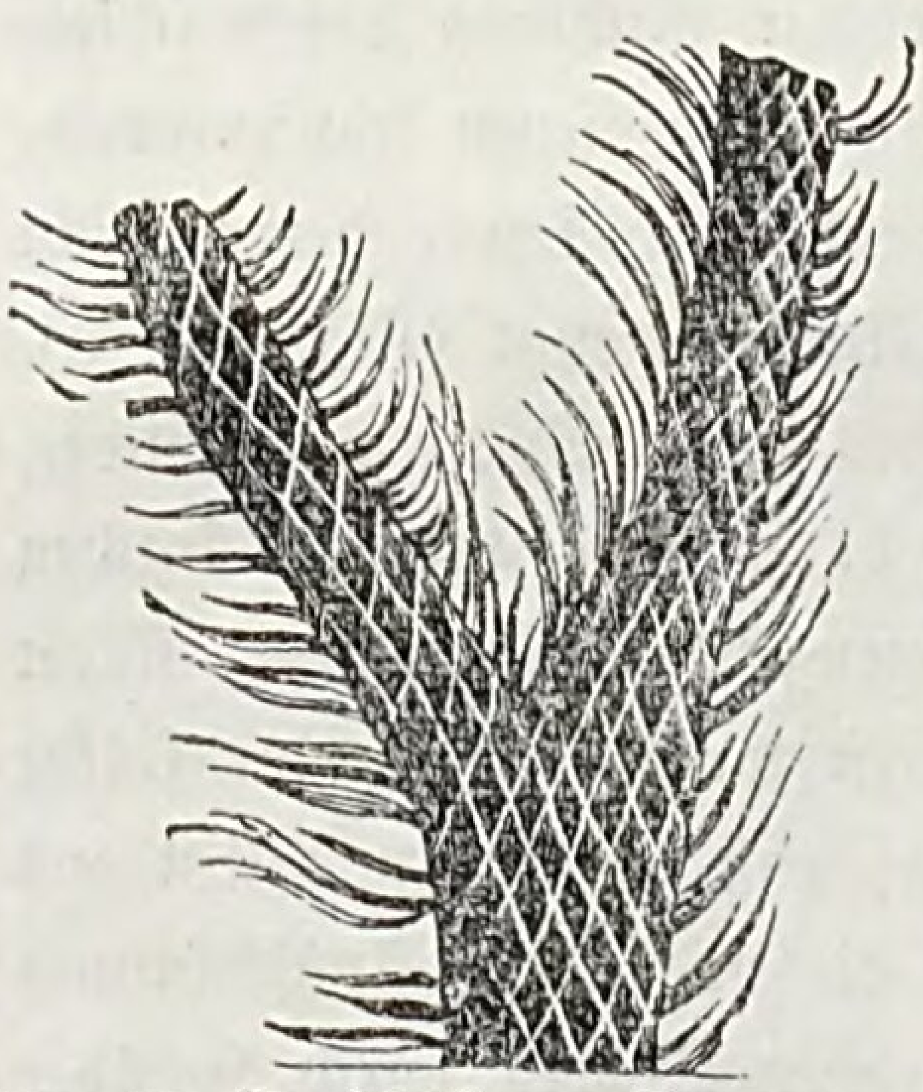


Fig. 79. Bruchstück vom Stamme eines baumartigen Zapfenmooses: **Lepidodendron elegans** aus der Steinkohlenformation; $1/6$ d. nat. Gr.



Fig. 80. Ein Stück des Stammes von **Lepidodendron crenatum** aus der Steinkohlenformation, mit Blatthöckern und Blattnarben; nat. Größe.

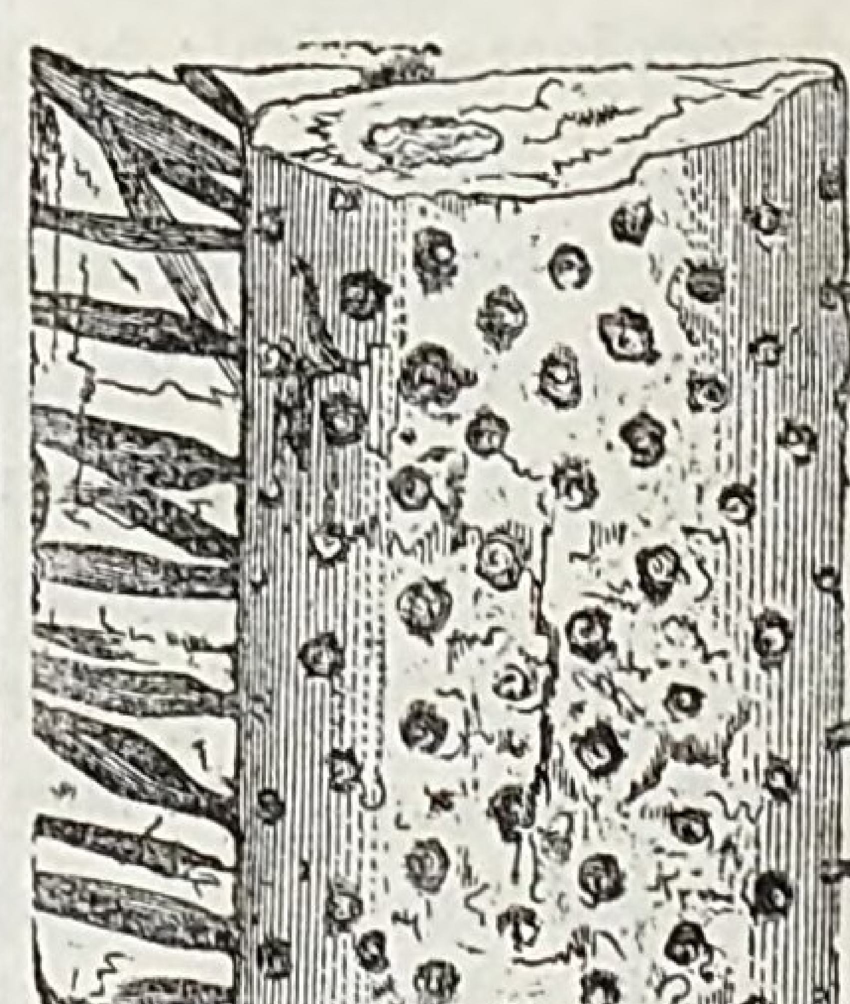


Fig. 81. Ein Zweig von **Stigmaria ficoides** aus der Steinkohlenformation; $1/8$ d. nat. Gr.

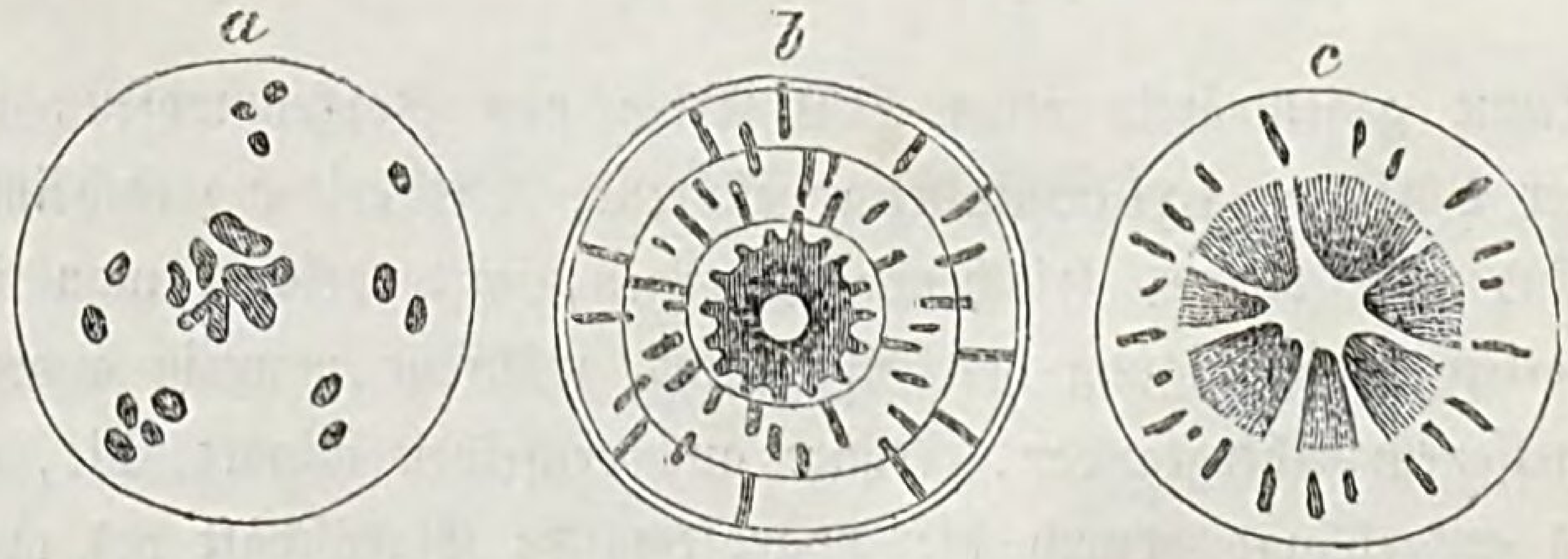


Fig. 82. Durchschnitte von Lycopodiaceenstengeln, um die Lage und Form der Gefäßbündel zu zeigen. *

* *a* Stengel eines jetzigen Bärlappmooses, vergrößert; *b* Stamm eines **Lepidodendron** aus der Steinkohlenformation; *c* Ast einer **Stigmaria** aus derselben Formation; *b* und *c* sind verkleinert.

Während der Uebergangs- und Steinkohlenformation waren die Zapfenmoose die wichtigsten Gewächse. Eigentliche Moose (Laub- und Lebermoose) gab es wahrscheinlich während jener Perioden noch gar nicht. Unbekannte, räthselhafte Pflanzen sind es, welche in den Steinkohlenschichten die Stelle derselben vertreten (Seite 627). Die Lycopodiaceen schließen sich zwar einerseits den vollkommeneren Farren durch ihre, besonders bei den baumartigen, vorweltlichen Gattungen ausgebildeten Gefäßbündel an (Fig. 82), und sind hiernach mit den letzteren als vollkommenere Pflanzen zu betrachten, andererseits aber stimmt ihr ganzes Ansehen zu sehr mit demjenigen der Moose überein, als daß man sie von denselben trennen könnte.

Uebersicht der Farren.

I. Klasse: Wurzelfarren (Wasserfarren). Rhizopterides (Hydropterides. Rhizocarpeæ).
II. Klasse: Laubfarren. Phyllopterides.
III. Klasse: Zapfenfarren. Conopterides (Equisetaceæ).

I. Klasse. Die Wurzelfarren. (Wasserfarren).

Das gemeine Brachsenkraut (Fig. 83), welches in Süddeutschland und der Schweiz auf dem Grunde der Gewässer zu wachsen pflegt, hat einen ganz kurz bleibenden, dabei aber kuchenartig in die Breite sich ausdehnenden Stengel oder Zwiebelknollen, an welchem dicht gedrängt breite, sich unter einander schuppenartig deckende, nahe über ihrem Ursprunge aber sich stark verschmälernde und in einen langen, binsenähnlichen, pfriemförmigen Halm auslaufende Blätter stehen. Diese Blätter sind fast ganz steil nach oben gerichtet und bilden so einen besenartigen Büschel, während von der unteren Seite des knollenförmigen Stengels zahlreiche, vereinzelt stehende Wurzeln herabhangen, welche tief in die Erde eindringen. So kurz der Stock des Stengels ist, so enthält derselbe doch eine große Menge von Prosenchymzellen, welche, mit verschiedenartigen Gefäßen zu holzigen Gefäßbündeln vereinigt, theils die Mitte desselben durchziehen, theils bandförmige Partieen bilden, welche von dem centralen Hauptbündel seitlich sich in schräg aufsteigender Richtung abzweigen und in die einzelnen Blätter eintreten, und welche daher bei der regelmäßigen, nach einer nur äußerst wenig geneigten, scheinbar horizontale Kreise um den Stock beschrei-

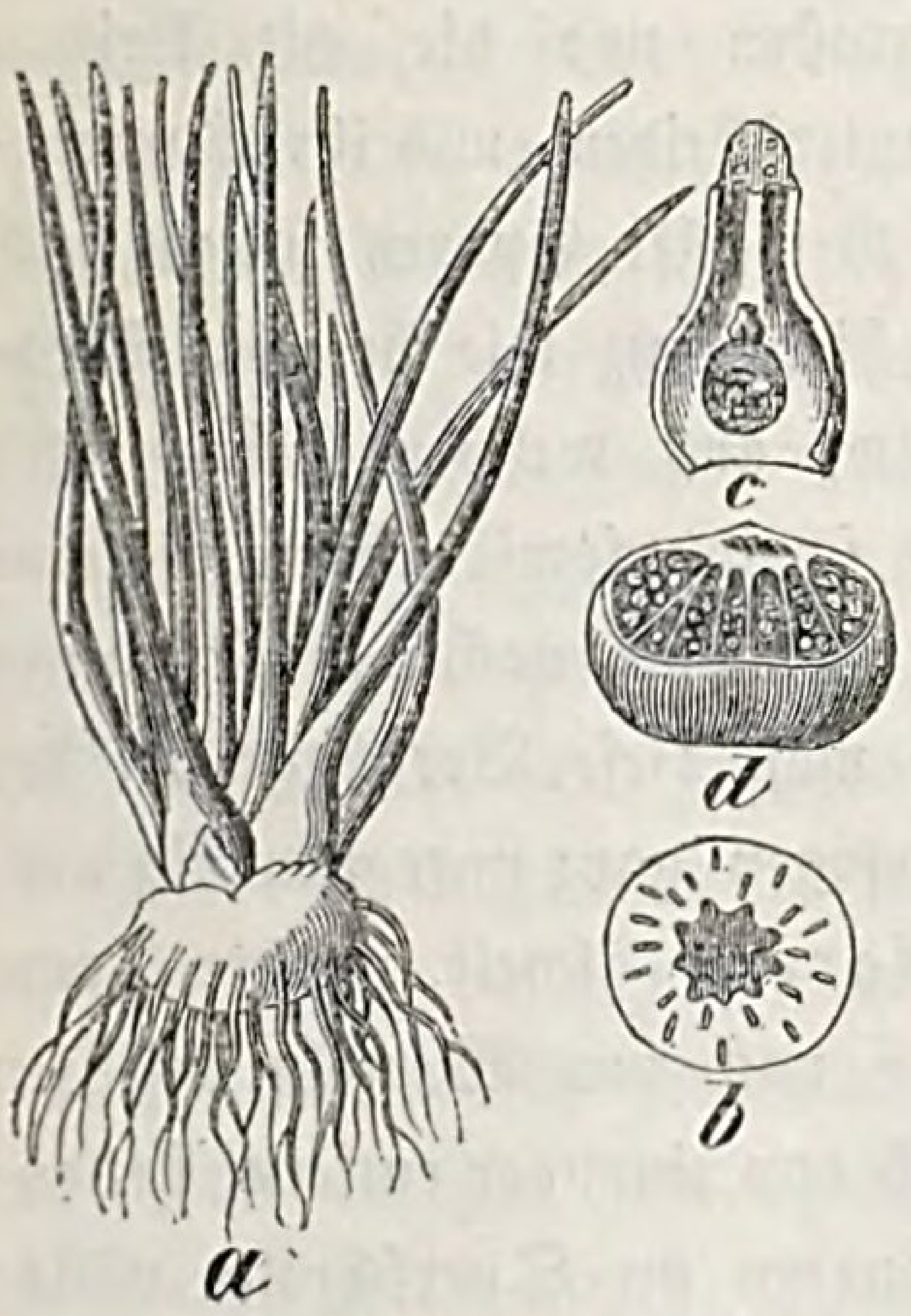


Fig. 83. Das gemeine Brachsenkraut (Isoëtes lacustris).*

* *a* Die ganze Pflanze, 1/2 d. nat. Gr.; *b* ein Durchschnitt des Zwiebelknollens (Stengels), um die Lage des centralen Gefäßbündels und der in die einzelnen Blätter ablaufenden Gefäßbündelchen zu zeigen; *c* der untere Theil eines Blattes, von der oberen (inneren) Seite mit der Frucht, welche halb durch eine Hautscheide verhüllt ist und über welcher ein herzförmiges Schüppchen steht; *d* eine Frucht mit großen Sporen, quer durchschnitten, um die Fächer und die Sporen zu zeigen, vergrößert.

benden, spiralig geordneten Stellung der Blätter auf dem Querschnitte des Stockes (b) in mehrfachen engeren und weiteren Kreisen gruppirt erscheinen. Die Gefäßbündel, welche den weitesten Kreis darstellen, sind diejenigen der ältesten Blätter, während die der jüngsten, in der Bildung begriffenen, noch als Seitenstrahlen des Mittelbündels mit diesem letzteren verbunden sind. — Das parenchymatische Zellgewebe der pfriemförmigen, an der oberen, einwärts gewandten Seite zwei flache Längsrinnen darstellenden Blattfortsätze, sind theilweise hohl, indem die Zellenvermehrung im äußeren Umfange in höherem Grade stattfindet, als zu beiden Seiten der Mittellinie im Innern, so daß hier Lücken entstehen müssen. Dieselbe Erscheinung wiederholt sich auch bei den Wurzeln, welche von den Blättern sich nur durch die einfach fadenförmige Gestalt unterscheiden, übrigens aber wie diese aus Zellgewebe von Parenchym mit einem centralen Gefäßbündel bestehen und viele zarte Faserchen von langgestreckten Zellen aus sich abzweigen.

Die Früchte des Brachsenkrautes finden sich in den Blattachseln, aber nicht am Stengel, sondern an der breiten Innenfläche der Blätter selbst. Es sind kleine Kapseln, welche bei ihrer Entstehung ganz mit Zellgewebe gefüllt sind, später aber, indem einzelne Zellen stark anschwellen und in ihrem Zellsafte mehrere Sporenmutterzellen entstehen lassen, während andere Partieen des Zellgewebes zwischen denselben stehen bleiben, durch diese letzteren, wie durch Scheidewände, in Fächer getheilt erscheinen. In den einzelnen Fächern liegen dann, nach Auflösung der ursprünglichen Zellen, die Sporenmutterzellen frei, und innerhalb dieser bilden sich die Sporen unmittelbar, je vier zusammen, den großen Sporen der Zapfenmoose gleichend. In andern Fruchtkapseln aber löst sich das ganze Zellgewebe durch Tochterzellenbildung in eine sehr große Menge von Sporen von äußerster Kleinheit auf, zwischen denen einige fadenartige Flocken zurückbleiben. Die mit großen und die mit kleinen Zellen gefüllten Fruchtkapseln sind äußerlich wenig zu unterscheiden, und ihr Vorkommen verräth keine bestimmte Regel der Anordnung. Beiderlei Sporen sollen auch vollkommen keimfähig sein; indessen bilden sich auch hier ganz wie bei den Lycopodiaceen innerhalb der kleinen Sporen die Antheridien, aus welchen Zellen, mit spiraligen Spermazellen gefüllt, heraustreten, und es scheint somit ebenfalls eine Befruchtung des in den großen Sporen sich bildenden Vorkeims nach der Trennung von der Mutterpflanze stattzufinden. Genauer kennt man diese Vorgänge bei der folgenden Pflanze. Die Kapseln des Brachsenkrautes springen ganz unregelmäßig auf.

Der auf sumpfigem Boden wachsende Pillenfarren ähnelt in der Form des langgestreckt kriechenden und seiner ganzen Länge nach mit Wurzeln besetzten Stengels mehr den Bärlappmoosen, während die ziemlich von einander entfernt stehenden Blätter sehr lang fadenförmig und nicht flach, sondern im Querschnitte völlig rund sind. Das Zellgewebe dieser Blätter entwickelt sich auf der unteren Seite (Rückenseite) derselben rascher als auf der entgegengesetzten, wovon die Folge ist, daß dieselben bischofsstabähnlich eingerollt erscheinen (Fig. 84), bis daß die Entwicklung des Zellgewebes der oberen Seite genügend fortgeschritten ist, um die Länge beider Blattseiten auszugleichen. Die ganz vollendet ausgebildeten Blätter sind dann gerade ausgestreckt. Ihre äußere parenchymatische Zellenschicht, welche eine zusammenhangende Oberhaut bildet, ist von Spaltöffnungen durchbohrt, unter denen sich Lufthöhlen befinden. Auch das Zellgewebe des Stengels besitzt Luft-

höhlungen, welche sich als röhrenförmige Räume, nahe unter der Oberhautschicht, in der Länge desselben erstrecken (Fig. 84, a' im Querschnitte bemerkbar). Die im Stengel befindlichen Gefäßbündel liegen so, daß sie im Querschnitte einen Kreis darstellen und somit eine Art Röhre bilden, innerhalb deren gemeines Parenchym mit farblosen Zellen eine lockere Ausfüllung, das sogenannte Mark, bildet. Die Früchte dieser höchst eigenthümlichen Pflanze stehen als rauh behaarte kugelige Kapselchen, deren Aehnlichkeit mit Pillen den Namen des Pillenfarren veranlaßt hat, auf kurzen Stielchen in den Achseln der Blätter am Stengel. Dieselben sind im Beginne ihrer Entwicklung Zweige, zeichnen sich aber bald dadurch vor anderen Zweigen aus, daß die, bei allen bemerkbare, kolbige Anschwellung bei ihnen sich stärker ausbildet, das Längenwachsthum dagegen frühzeitig aufhört. Diese Fruchtbildung erinnert an diejenige der Florideen, wo dieselbe in einfachster Form erscheint. Die Härchen, welche die Fruchtkapseln umstarren, sind zarte verlängerte Zellen der Kapselwandung. In einer solchen Kapsel entstehen, ähnlich wie beim Brachsenkraute, vier Fächer um den Mittelpunkt. Der Inhalt der Fächer besteht aus zweierlei verschiedenen, in einer Kapsel und sogar auch in demselben Fache beisammen vorkommenden Fortpflanzungsorganen, welche auf einem in das Fach hereinragenden Mittelsäulchen von zartem Zellgewebe in Form eines Büschels hangen. Die einen sind eiförmige, aus Zellgewebe bestehende Sporangien, deren jedes eine große Zelle, die Spore, umschließt, neben welcher sich meistens Spuren von drei anderen unausgebildet gebliebenen Zellen finden. Diese Organe sind den großen Sporen der Lycopodiaceen und des Brachsenkrautes vergleichbar. Die andern dagegen sind kolbenförmige Schlauchzellen (Antheridienbehälter), welche eine große Menge äußerst kleiner Zellchen enthalten. Diese letzteren Zellchen sind den Antheridien der Leber- und Laubmoose, und den kleinen Sporen der Lycopodiaceen und des Brachsenkrautes zu vergleichen, denn sie erzeugen später in sich eine große Menge noch kleinerer und mit einer spiraligen Spermazelle versehener Zellen. — Nachdem die Pillenfrucht, den vier Fächern entsprechend, halb vierklappig aufgesprungen ist,

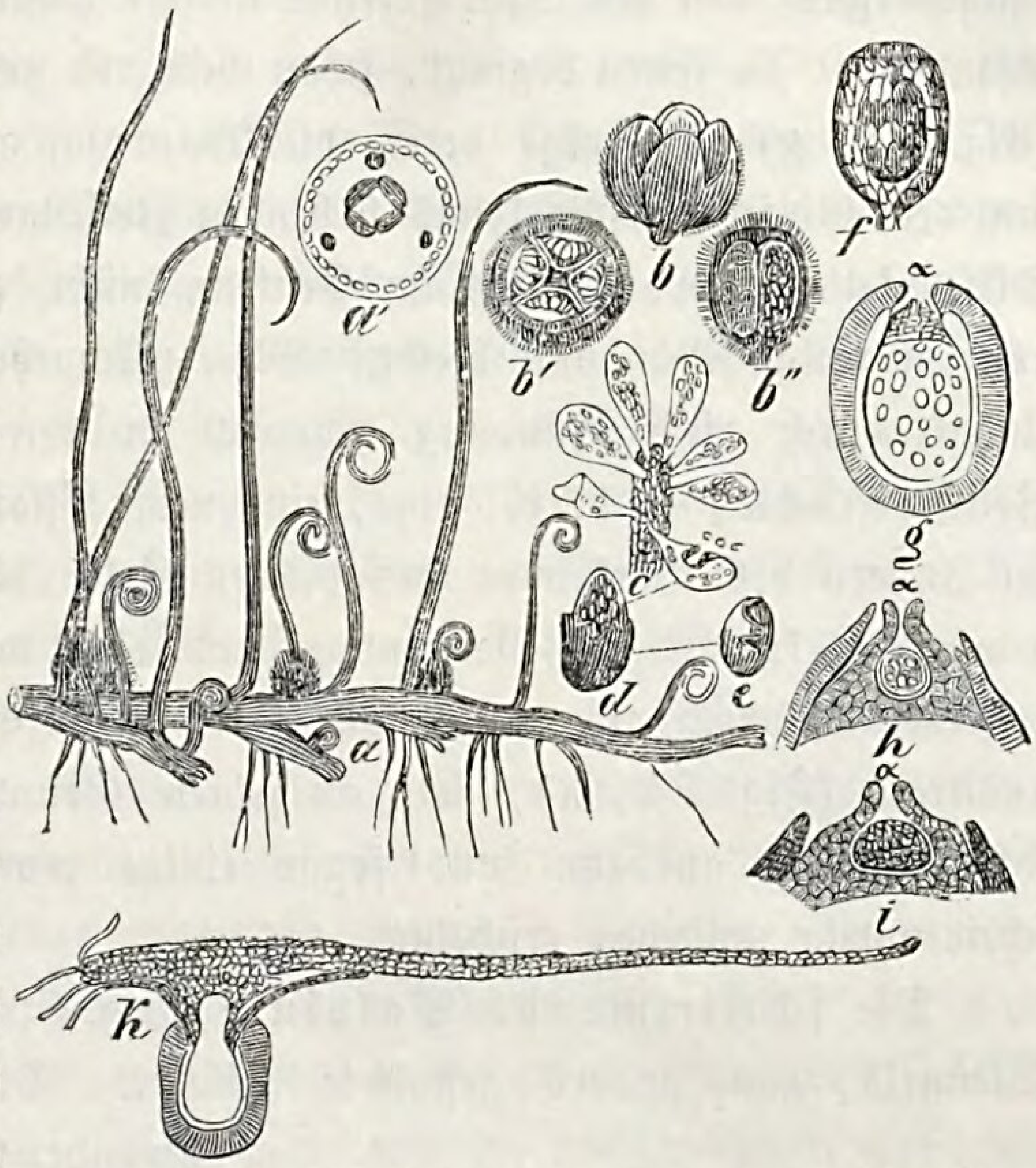


Fig. 84. Der Pillenfarren (Pilularia globulifera).*

* *a* Ein Stengelstück mit Aesten, Blättern und Früchten, 1/2 d. nat. Gr.; *a'* ein Durchschnitt des Stengels, um die Lage der Gefäßbündel und der im Zellgewebe befindlichen Lufthöhlungen zu zeigen; — *b* eine aufgesprungene Frucht; *b'* eine Frucht, quer durchschnitten; *b''* eine Frucht, der Länge nach durchschnitten, so daß ein Fach geöffnet erscheint; — *c* ein Mittelsäulchen (*b''* oben) mit einem Büschelchen von Schlauchzellen (Antheridienbehältern); einige der letzteren haben ihren Inhalt ausgeschüttet, vergrößert; — *d* ein Antheridium, mit aufgeplatzter äußerer Hülle und herausgequollener Schleimhaut, im Begriffe, seinen Inhalt auszuschütten, stärker vergrößert; — *e* eine der Zellen, welche sich in dem Antheridium *d* gebildet haben; man erblickt darin die spiralige Spermazelle; — *f* ein Sporangium (*b''* unten) mit der darin enthaltenen Spore; *g* die vom Sporangium befreite Spore, bei α ein wenig geöffnet, im Durchschnitte; unter der Oeffnung bemerkt man die innerhalb gebildete Zellengruppe, den Vorkeim; im Innern der Spore schwimmen Oeltropfen; *h* der obere Theil derselben Spore; man sieht bei α die Mündung des Vorkeims und die darin gebildete Keimzelle; — *i* die Keimzelle hat sich in ein Zellenhäufchen verwandelt; *k* Durchschnitt der ganzen Spore mit der herausgewachsenen jungen Pflanze, welche von dem Vorkeime scheidenartig umhüllt ist.

lösen sich die mit den Antheridien gefüllten Schlauchzellen sowohl, als auch die Sporangien auf, und die Antheridien und Sporen werden frei. Die äußere Zellhaut der ersteren platzt dann, in Folge des durch Aufsaugung von Feuchtigkeit bewirkten Anschwellens des Inhaltes an einer Stelle auseinander, und der Zelleninhalt, anfangs noch von der inneren Schleimhaut (dem Primordialschlauche) umhüllt, quillt sackförmig hervor und verschüttet, nachdem auch die Schleimhaut zerrissen ist, die Tochterzellen, aus welchen letzteren wiederum die Spermazellen herausdringen, um mit lebhaften Bewegungen im Wasser umherzuschwimmen. Die bei ihrem Austritte aus den Sporangien ganz von den Spermazellen umschwärmten Sporen besitzen eine dicke, braune Wandung. In ihnen beginnt, schon bevor sie ganz frei werden, eine Vorkeimbildung (Fig. 84, g), in Folge deren die Wandung an einem Punkte aufreißt und einer auf dem Gipfel des Vorkeims stehenden Zellengruppe verstattet, sich hervorzuschieben. Diese Zellengruppe schließt im Centrum nicht ganz zusammen, so daß eine kurze röhrenförmige Mündung bleibt. Man vermuthet, daß eine Spermazelle oder ihr Inhalt durch diese Mündung hindurch in den Vorkeim eindringe und dort eine Zelle befruchte, d. h. befähige, eine neue Pflanze aus sich zu erzeugen. Aus einer im Innern des Vorkeimes befindlichen Zelle bildet sich nämlich eine neue, dicht gedrängte, kernartige Zellengruppe, und diese wächst durch die bezeichnete Mündung desselben hindurch als neues Pillenfarrenpflänzchen hervor, welches sich horizontal ausstreckt (Fig. 84, k), und an seinem Grunde noch von dem Vorkeime, welcher sich ebenfalls ausdehnt und sogar einige wurzelähnlich verlängerte Zellen bildet, scheidenartig umgeben erscheint.

Die schwimmende Salvinie (Fig. 85) besitzt, bei ähnlicher Bildung des Stengels, ganz anders gestaltete Blätter. Dieselben sind nämlich nur an ihrem Grunde schmal, dem Stengel in der Form ähnlich, jedoch dabei auf der oberen Seite etwas abgeflächt, während dagegen der übrige Theil derselben zu einer breiten Platte, von eiförmigem Umrisse, ausgebreitet ist. Sie haben auf diese Weise viele Aehnlichkeit mit Jungermannienblättern, von denen sie sich in der Form nur durch das stengelähnliche schmale Stück, welches man den Blattstiel nennt, unterscheiden. Uebrigens haben die Salvinien wirklich mit Jungermannien auf den ersten Anblick in ihrem ganzen Wuchs und Ansehen, oder wie man in der Botanik zu sagen pflegt, in der Tracht oder dem Habitus, ziemlich viele Aehnlichkeit, weßhalb man sie auch wohl Lebermoosfarren genannt hat. Die Blätter stehen nämlich paarweise einander gegenüber (gegenständig) und zweizeilig am Stengel, und liegen, weil der ganze Stengel horizontal zu schwimmen pflegt, in derselben Ebene. Dem Gewebe nach haben die Blätter sonst noch mehr Aehnlichkeit mit den Marchantien; wie diese besitzen sie im Parenchym Lufthöhlungen welche durch vertikale Scheide=

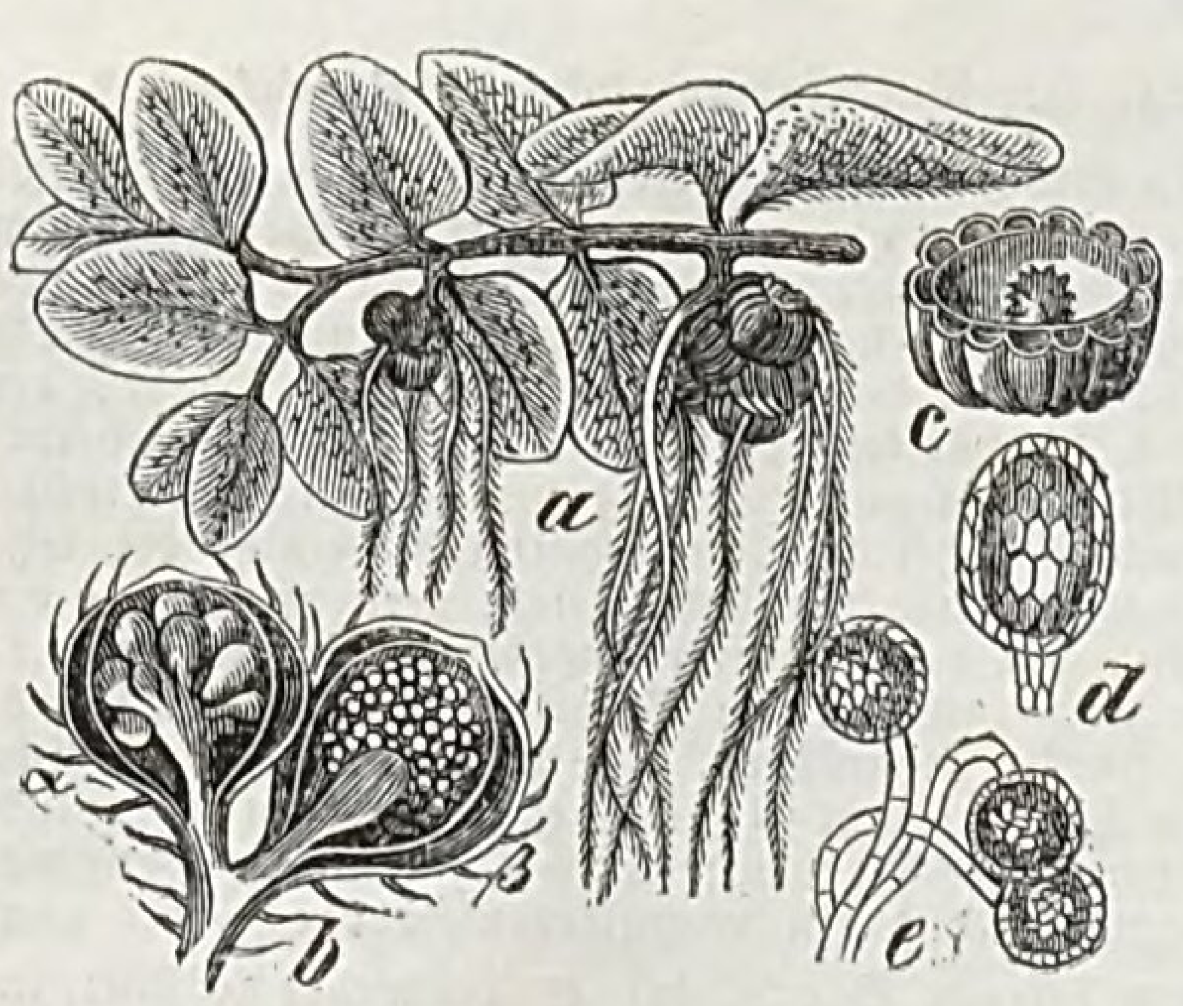


Fig. 85. Die schwimmende Salvinie (Salvinia natans). *

* a Ein Stengel der Salvinie mit Fruchtkapseln und Wurzelbüscheln; b ein Fruchtast mit einer „großsporigen" (α) und einer „kleinsporigen (β) Frucht im Durchschnitt; c Querschnitt einer Fruchtkapsel, aus welcher die Sporangien entfernt sind; d ein Sporangium aus der Frucht (b, α) mit der darin eingeschlossenen Spore; e einige Antheridienschläuche aus der Frucht (b, β).

wände von einander getrennte fünf- oder sechseckige Räume sind, und in der äußeren Zellenschicht, welche auch hier, wie überhaupt bei allen Farren und allen vollkommeneren Pflanzen, eine zusammenhangende Oberhaut darstellt, auf der Oberseite Stomate, während die das Wasser berührende Unterseite derselben entbehrt. Wir finden hierin eine nach dem Zwecke der Spaltöffnungen leicht begreifliche Regel. Bei allen ganz außerhalb des Wassers wachsenden vollkommeneren Pflanzen besitzen beide Blattflächen solche Luftöffnungen; bei denjenigen, welche auf dem Wasser schwimmen, nur die obere, der Luft zugewandte, Fläche; bei denjenigen, welche halb im Wasser stehen, mit dem oberen Theile aber hervorragen, entbehren die untergetauchten Blätter derselben gänzlich, während die in der Luft befindlichen auf beiden Flächen mit solchen versehen sind. Die Mittellinie der Salvinienblätter ist, wie auch der kurze Blattstiel, mit einem Gefäßbündel durchzogen, welches aus einem zarten Gefäße nebst einigen Prosenchymzellen und langgestreckten Parenchymzellen besteht, von welchem sich aber nach beiden Seiten hin Reihen von langgestreckten Parenchymzellen, zum Blattrande gerichtet, abzweigen. — Der ganze Stengel und die Unterseite der Blätter ist mit feinen, haarförmigen Zellenreihen bedeckt, deren Endzelle allemal zugespitzt und mit braunem Safte erfüllt ist. Die Oberseite der Blätter trägt punktförmige Wärzchen, auf welchen Büschelchen eigenthümlicher Haare stehen. Diese sind nämlich Reihen eiförmiger Zellen, welche ein perlschnur- oder rosenkranzförmiges Ganzes bilden. Unter der parenchymatischen Haut des Stengels befinden sich Kanäle, welche mit Luft gefüllt sind, ganz wie solche auch im Parenchym der Blätter gefunden werden. Dieselben dienen, um die ganze Pflanze auf dem Wasser schimmend zu erhalten, und finden sich ganz ähnlich wie beim Pillenfarren auch bei dem weiter unten zu erwähnenden Zwickelfarren, sind jedoch bei diesen letzteren Gattungen minder ausgezeichnet und von dickerer Parenchymrinde bedeckt. Unterhalb eines jeden Blätterpaares entspringt aus dem Stengel ein Ast und aus diesem eine starke, von einem Gefäßbündel durchzogene und sich büschelig zertheilende Wurzel, deren einzelne fadenförmige, frei im Wasser niederhangende Zweige mit Haaren von äußerster Zartheit, sogenannten Wurzelfaserchen, besetzt sind. An dem Punkte, wo die Wurzel sich von dem Aste abzweigt, stehen die Früchte, allemal mehrere beisammen an einem kurzen Stiele. Es sind etwa ½ Linie im Durchmesser haltende Kapselchen mit meridianartigen Verdickungsrippen, innerhalb deren ebenfalls Luftkanäle die Kapselwandung durchziehen (Fig. 85, a, c). Bei allen ragt der Stiel als ein Mittelsäulchen bis zur Mitte in die innere Höhlung hinein und trägt dort ein Büschelchen von Befruchtungsorganen (b). Aber diese letzteren sind bei den verschiedenen Kapseln von verschiedener Art. In den einen findet man Sporangien (α), aus Zellgewebe bestehend, jedes eine größere Zelle, die Spore, umschließend (d), ganz ähnlich wie beim Pillenfarren. In den andern Kapseln dagegen zeigt sich eine sehr große Menge kugelförmiger, bei der Zartheit ihrer Membran und der Menge der darin enthaltenen Tochterzellen brombeerähnlich erscheinender Zellen, welche auf einem zarten, aus mehreren Zellen gebildeten Stielchen stehen. Dieses sind Antheridienbehälter (b, β; e); sie enthalten eine große Menge von Antheridien, welches eben die erwähnten Tochterzellen sind, und in welchen sich, nachdem der Behälter zerrissen ist, ein Inhalt kleinerer, je mit einer spiraligen Spermazelle erfüllter, Zellen ausbildet.

Die Vermuthungen über eine Befruchtung und die Entwicklung der Sporen zu einem Vorkeime findet hier ganz wie bei dem Pillenfarren statt. Der Vorkeim stellt zwei parenchymatische Läppchen dar, ähnlich den ersten Blättern eines jungen Moospflänzchens, sowie er auch nach unten zwei bandförmige Wurzelläppchen aussendet. Zwischen den beiden Blättchen wächst ein gestieltes Zellenhäufchen hervor, das Keimknöspchen, welches zwei unvollkommene, Moosblättern ähnliche, Blattläppchen besitzt, und aus diesem entspringt sodann, seitwärts gerichtet, das eigentliche Stengelchen einer neuen Salvinie mit Wurzeln und Blättern.

Die Salvinien sind die einzigen Wurzelfarren, welche diesen Namen, der sich auf die Stellung der Früchte in der Nähe der Wurzel beziehen soll (Rhizocarpeæ), mit scheinbarem Rechte tragen.

Der vierblätterige Zwickelfarren (Fig. 86), welcher in Wassergräben Süddeutschlands angetroffen wird, gleicht in der Bildung des Stengels, sowie in der Entwicklung der anfangs eingerollten Blätter in hohem Grade dem Pillenfarren. Die Blätter bestehen hier aber aus einem fingerslangen fadenförmigen Stiele, welcher an seinem Gipfel vier, in einem Kreuze gestellte, herzförmige Blattlappen trägt. Der Stiel und beide Flächen der Blattlappen sind mit Stomaten versehen. Die Gefäße des im Blattstiele vereinigten Gefäßbündels sind im Parenchym der Lappen gabelig verästelt und äußerlich als feine erhabene Linien sichtbar. Die Früchte stehen an der oberen Seite der Blattstiele ziemlich nahe über dem Stengel paarweise. Jede Frucht hat ein besonderes Stielchen, doch sind beide Stiele an ihrem Grunde zusammengewachsen und es scheint, als ob der untere, dickere Theil des Blattstieles auch aus einer Vereinigung des gemeinsamen Fruchtstieles mit dem eigentlichen Blattstiele gebildet sei, so daß also demnach die Fruchtstiele eigentlich in der Blattachsel ständen. In der That stehen bei anderen Zwickelfarrenarten die Fruchtstiele frei in den Achseln der Blätter. Nach diesen Verhältnissen scheint die Stellung der Früchte bei dem Brachsenkraute eine ähnliche Deutung erleiden zu müssen. Die Früchte sind länglich linsenförmige Kapseln, durch eine nach der breiteren Querrichtung verlaufende, senkrechte Hauptscheidewand und mehrere ebenso verlaufende aber wagerechte Nebenscheidewände in eine ziemliche Anzahl von Fächern getheilt, in denen, an den Scheidewänden befestigt, große ungestielte Sporangien und kleine gestielte Antheridienschläuche unter und neben einander stehen. — Die Entwicklung der Sporen ist ähnlich den beim Pillenfarren beschriebenen Vorgängen.

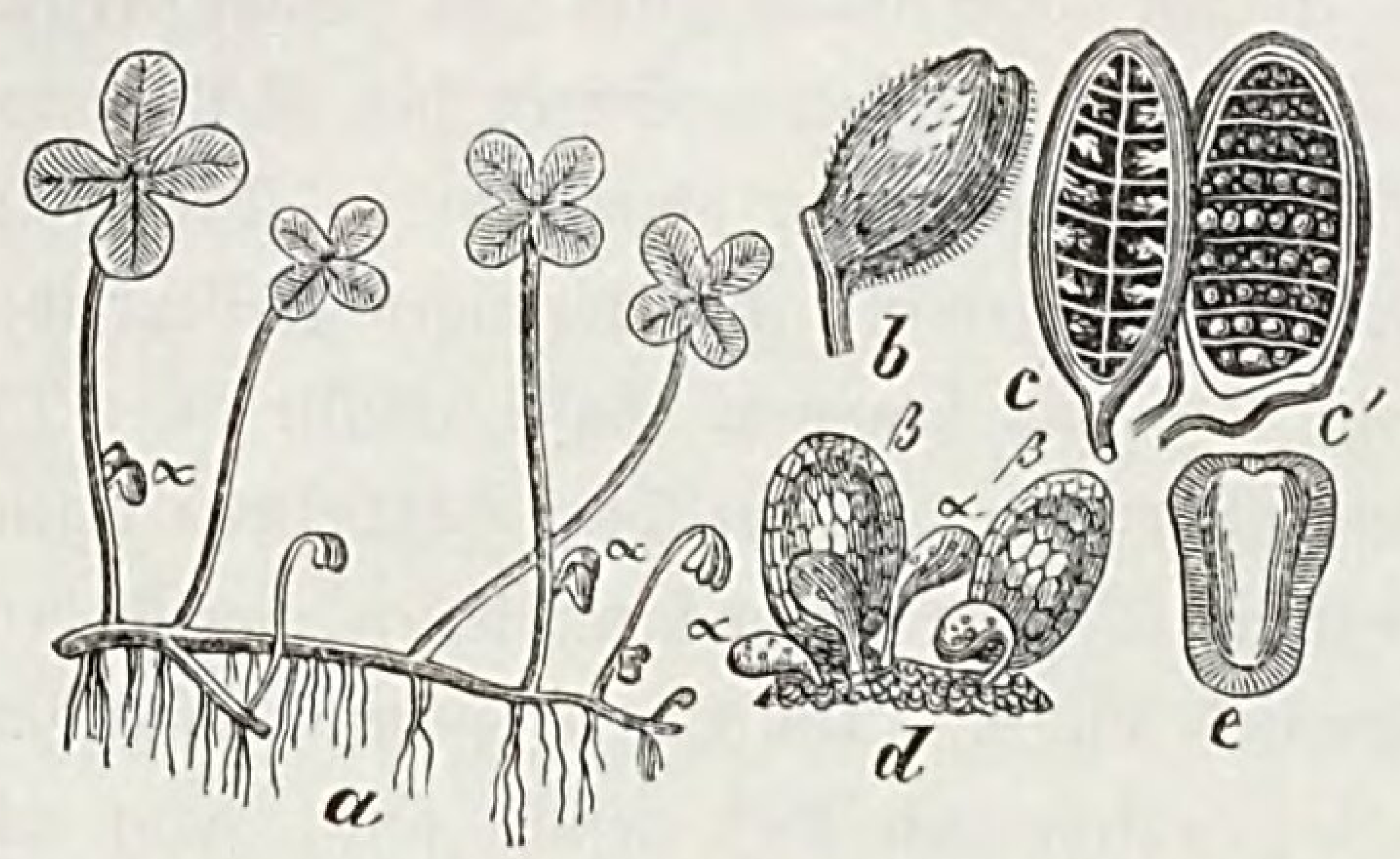


Fig. 86. Der vierblätterige Zwickelfarren (Marsilea quadrifolia). *

* *a* Ein Stengel des Zwickelfarren mit Blättern und Fruchtkapseln (α), 1/2 d. nat. Gr.; *b* eine Fruchtkapsel vergrößert, zweiklappig aufgesprungen; *c* die geschlossene Fruchtkapsel, senkrecht nach dem schmalern Durchmesser (durch beide Klappen) geschnitten, um die Lage der Fächer zu zeigen; — *c′* dieselbe nach dem breiten Durchmesser geschnitten; *d* ein Stück der Kapselwand aus *c*, stärker vergrößert, um die Sporangien (β) und die Antheridienschläuche (α) zu zeigen; *e* die Spore aus einem Sporangium (β) mit dem Anfange des Vorkeimes an der Spitze, durchschnitten.

Die Klasse der Wurzelfarren ist eine sehr kleine, indem dieselbe auf der ganzen Erde vielleicht kaum dreißig Arten von Pflanzen umfaßt. In unserem Vaterlande

wachsen nur die genannten Gattungen, andere in wärmeren, gar keine in den der kalten Zone angehörigen Gegenden. Die Organisation derselben, besonders ihre sehr genau beobachtete Fruchtentwicklung, ist von hohem Interesse. Zu bemerken ist noch, daß die meisten derselben wenige Zweige an ihrem Stengel tragen und daß ihnen die Fortpflanzung durch Keimzellen oder Brutknospen gänzlich fehlt.

Das fossile Vorkommen von Gewächsen, welche zu den Wurzelfarren gehört haben möchten, ist nicht bedeutend. Die ersten Spuren von derartigen Pflanzen, welche mit dem Brachsenkraute und dem Pillenfarren einige Verwandtschaft gehabt zu haben scheinen, sind in der Oolithformation aufgefunden worden, einige andere in der Kreideformation und den Tertiärablagerungen.

II. Klasse. Die Laubfarren.

Einige der gemeinsten Farrenkräuter werden uns eine allgemeine Vorstellung von diesen so höchst eigenthümlichen Gewächsen geben, welche in der Pflanzenwelt eine ähnliche Stellung einnehmen, wie etwa die Ganoiden unter den Thieren.

Die Mauerraute (Fig. 87) ist ein Pflänzchen, welches im ganzen mittleren Europa an Mauern und Felsen nicht selten anzutreffen und leicht zu erkennen ist. Ein kurzer, brauner, holziger Stengel, hier Stock genannt, mit zahlreichen Wurzeln an seinem Umfange besetzt, ist in einer Spalte oder Fuge des Gesteins verborgen; sehr lange grüne Stiele, welche an ihrem Ende in blattartige, grüne Platten ausgebreitet und vielfach verästelt sind, die sogenannten Wedel (frons), ragen 2 bis 6 Zoll lang hervor. Dieselben stehen rings um das jüngste Ende des Stockes spiralig angeordnet und sind bei ihrer Entwicklung schneckenförmig, später bischofsstabförmig eingerollt. Auch die blattartigen Platten, in welche sie auslaufen, zeigen ursprünglich eine solche, wie bei den Wurzelfarren einer schnelleren Entwicklung der Zellen der Rückenseite zuzuschreibende, Einrollung. Bei der Entwicklung der Wedel ist es keineswegs die Spitze, welche zuerst die Fähigkeit weiterer Zellenvermehrung verliert und somit zu wachsen aufhört, sondern sie ist vielmehr der bis zu einer gewissen Grenze stets fortwachsende Theil. Sie theilt sich gabelig, aber etwas ungleich; der eine Gabellappen wird durch die stärkere Fortentwicklung des andern zur Seite gedrängt, bei der folgenden Gabeltheilung wiederholt sich dasselbe, jedoch stets links und rechts wechselnd, so nämlich, daß, wenn bei der ersten Theilung



Fig. 87. Die Mauerraute (**Asplenium ruta muraria**). *

* *a* Ein Pflänzchen in $1/2$ d. nat. Gr.; *b* der Stock, der Länge nach durchschnitten, um den Verlauf der hellfarbigen Gefäßbündelröhre zu zeigen; *c* ein Wedelläppchen, etwas vergrößert von der Unterseite, um die Fruchthäufchen und Schleierblättchen zu zeigen; *d* ein Sporangium, im Begriffe, aufzureißen und die Sporen zu verschütten, 100fach vergrößert; *e* einige Sporen, stärker vergrößert; man bemerkt an zweien derselben die spätere Keimungsspalte.

der linke Lappen zur Seite gedrängt wurde, und der rechte sich stärker ausbildete und die gerade Richtung des Wedelstieles beibehielt, bei der zweiten Gabelung nun vielmehr der rechte Lappen zur Seite gedrängt wird und der linke als Fortsetzung des Wedelstieles erscheint. Eine solche wechselnd ungleiche Gabelung bringt endlich das Resultat hervor, daß an der geraden Fortsetzung des Wedelstieles abwechselnd zur linken und zur rechten ein Seitenlappen steht (Fig. 88, A). Diese Seitenlappen wachsen jedoch jeder für sich ebenfalls bis zu einem gewissen Grade weiter, wobei einerseits ihre Stielchen sich verlängern, andererseits ihr Lappen sich theilt, und es herrscht hiebei dasselbe abwechselnde Vorherrschen des linken oder rechten Gabelläppchens. An allen entfalteten Wedeln findet man die Stiele der ältesten Seitenlappen daher abermals mit mehreren abwechselnden Nebenlappen versehen, von denen wieder immer der dem Hauptstiele zunächst stehende beziehungsweise der ältere ist. Die jüngsten Lappen, von denen der eine scheinbar als gerade Fortsetzung des Wedelstieles auftritt, zeigen eine solche Nebengabelung nicht. Obgleich die Entwicklung eines solchen Wedels, sowie seiner Seiten- und Nebenlappen ganz der Entwicklung eines durch fortwährende Vermehrung seiner Endzelle wachsenden Stengels (z. B. des Stengels der Laub- und Zapfenmoose und Wurzelfarren) gleicht, und demnach unbegrenzt fortgehen zu können scheint, so ist dieselbe dennoch in allen Theilen eine bestimmt begrenzte, wie bei einem Blatte, und es erreichen die ganzen Wedel, sowie die einzelnen Seiten- und Nebenlappen, daher stets nur eine gewisse Größe. So vereinigt der Wedel — und es gilt dieses für alle Farren — die Entwicklungsweise eines Stengels mit dem begrenzten Wachsthume eines Blattes!

Der Stock, sowie der Stiel der Wedel während der ersten Zeit ihrer Entfaltung, ist mit sehr zarten und schmalen spreuartigen Hautläppchen besetzt, welche fast haarartig erscheinen. Dieselben stehen, was freilich bei der Mauerraute nicht ganz leicht zu erkennen ist und durch frühzeitiges Vertrocknen und Abfallen vieler häufig ganz verwischt wird, spiralig um den Stock und die Wedelstiele geordnet. Schon diese Stellung, welche im höchsten Grade an die Blätter der Zapfenmoose und Laubmoose, die auch oft nur haarartig schmal erscheinen, erinnern muß, läßt vermuthen, daß diese Hautläppchen den Blättern der genannten Pflanzen zu vergleichen seien. Die Entwicklungsweise derselben entspricht dieser Vermuthung ganz. Eine Zelle des fortwachsenden Endes des Stockes oder des sich entwickelnden Wedels dehnt sich über die äußere Begrenzungsfläche desselben aus und erscheint so als ein halbkugeliges Wärzchen (Fig. 88); in dem hervorragenden Theile bildet sich eine Tochterzelle, welche durch eine Scheidewand sich von der Mutterzelle sondert. Der Cytoblast der Tochterzelle löst sich sodann, nachdem sie sich ausgedehnt hat, auf und es erfolgt die Bildung zweier neuer Zellenkerne, und in Folge derselben die Bildung zweier neuer Zellen, welche übereinander liegen. Derselbe Vorgang in den beiden Zellen,

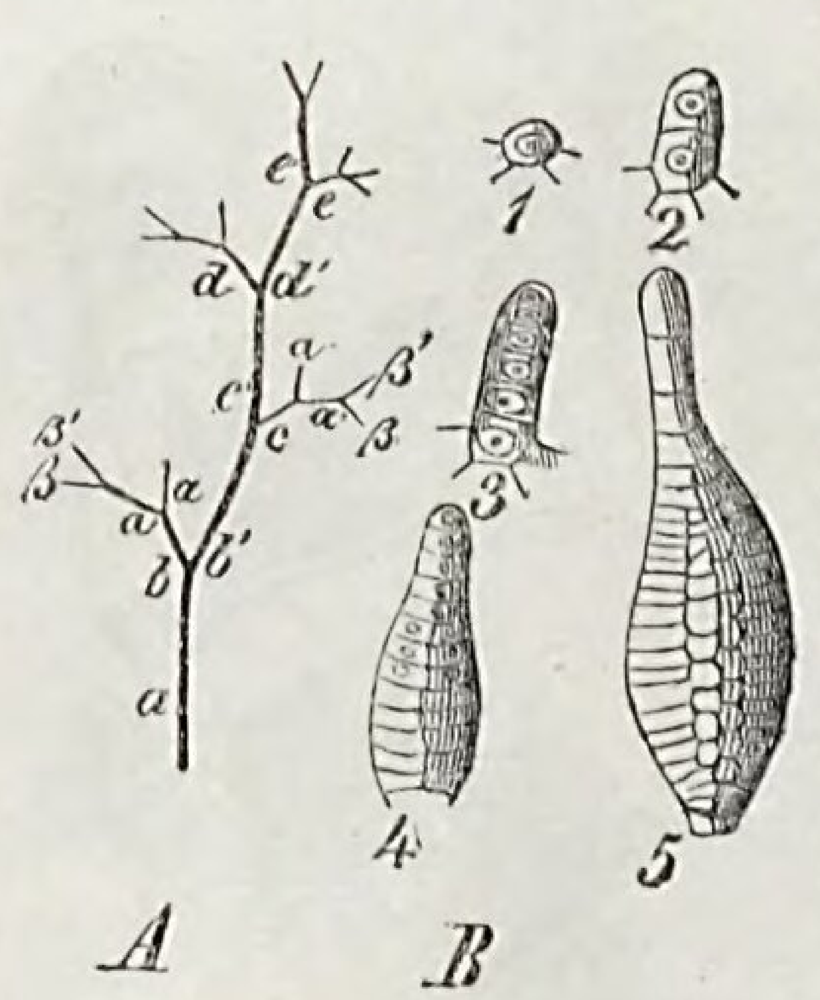


Fig. 88. Entwicklung der Wedel und Blätter der Laubfarren.*

* A Gesetz der Gabelung des Wedels; *a* Hauptstiel; *b b'* erste Gabelung; *c' c* zweite *d d'* dritte; *e' e* vierte Gabelung; $\alpha' \alpha$ große Seitengabelung; β β zweite Seitengabelung u. s. w.

B Entwicklung der Spreublättchen (nach Beobachtungen an Niphobolus rupestris); 1 erste Zelle; 2 das Blättchen ist zweizellig; 3 das Blättchen ist fünfzellig, die Endzelle ist eben wieder in der Theilung begriffen, und die dritte zeigt in ihrem Cytoblasten Anlage zur seitlichen Theilung; 4 das noch mehr verlängerte Blättchen ist unten durch seitliche Theilung zweizeilig geworden; 5 das Blatt ist unten vierzeilig.

in ganz gleicher Weise wiederholt, ruft eine Reihe von vier Zellen, bei abermaliger Wiederholung von acht Zellen u. s. w., hervor. Eine solche Zellenreihe erscheint haarförmig. In den Zellen derselben, mit Ausnahme einer Anzahl derselben, welche das Ende des Haares bilden, beginnt sodann eine Theilung (Tochterzellenbildung) mit Scheidewänden, welche in der Längenrichtung der Zellenreihe und radial zur Mittelachse des Stockes oder des Wedels stehen. Der untere Theil der Zellenreihe wird dadurch zweizeilig. Die nicht zweizeiligen endständigen Zellen dehnen sich nur noch aus und verlängern die haarförmige Spitze. Die zweizeiligen Zellen dagegen, mit Ausnahme einiger, sich zunächst an die nicht zweizeiligen anschließender und nun ebenfalls die weitere Vermehrungsfähigkeit verlierender, theilen sich in der seitlichen Richtung abermals. Nur die dem Stocke nächste Zelle theilt sich höchstens einmal seitlich. Die zunächst über derselben befindlichen dagegen sind die letzten, welche die Vermehrungsfähigkeit sowohl in der Längs-, als auch in der Seitenrichtung verlieren, und so entsteht ein schmales lanzen-, oder herzförmiges, langgespitztes Blättchen. Immerhin sind diese Blättchen, welche man bei den verschiedenen Farren je nach ihrer Form, Spreuhaare oder Spreublättchen zu nennen pflegt, nur aus einer einzigen Lage gleichartiger Zellen gebildet und somit viel einfacher als die Blätter der Moose, zumal derjenigen, welche mit einer ausgebildeten Oberhaut und mit einem Faser- oder Gefäßbündel versehen sind. Sie dürfen als verkümmerte Blätter betrachtet werden. Ihr frühzeites Abfallen erklärt sich leicht sowohl hieraus, als auch aus ihrer geringen Befestigung.

Die Wedel stehen in Achseln der Spreublättchen — dieselben erscheinen hienach als Aeste. —

Der Stock der Mauerraute besteht aus Parenchym, enthält jedoch unter einer ziemlich dicken äußeren Parenchymschicht Gefäßbündel, welche so gestellt sind, daß sie auf einem Querschnitte einen Ring darstellen. Sie bilden also eine Röhre, deren Inneres von eben solchem Parenchym erfüllt ist, wie dasjenige, welches die äußere Umhüllung bildet, welches jedoch auch hier das Mark genannt werden mag. Die Gefäße sind theils mit ringförmigen, theils mit nur schmale, linienförmige Zwischenräume lassenden Verdickungsschichten versehen — „Ringgefäße und Treppengefäße" (Fig. 88, a). Am fortsprossenden Ende des Stockes vermehren sich die Gefäßbündel fortwährend, indem parenchymatische Zellen sich langstrecken, dann prosenchymatisch und theilweise durch Auflösung ihrer Zellenwandungen an den Berührungspunkten zu Gefäßen werden. Allemal an dem Punkte, wo ein neuer Wedel sich bildet, treten einige Gefäßbündel in Verbindung mit Gefäßbündeln, welche sich in dem Wedel entwickeln, und unmittelbar über diesem Punkte bleibt dann eine schmale parenchymatische Zellenpartie als eine Verbindung zwischen der äußeren Parenchymschicht und dem von der Gefäßbündelröhre umschlossenen Marke zurück. Die den Wedel durchziehenden Gefäßbündel sind in den stielartigen Theilen desselben gleichlaufend und nur durch wenig zwischenliegendes Parenchym getrennt; dagegen in den blattartigen Lappen desselben gehen sie fächerartig auseinander, und das Parenchym breitet sich zwischen ihnen aus. Daher die keil- oder fächerförmige Gestalt dieser Wedellappen.

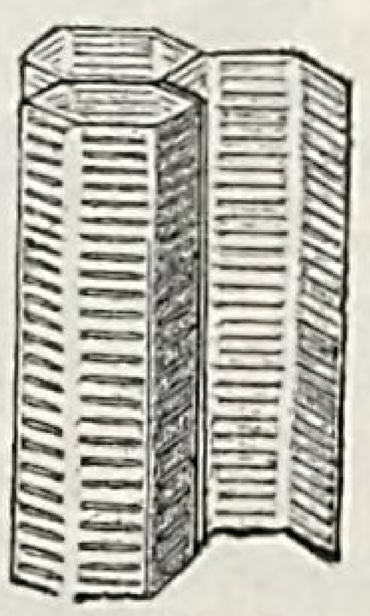


Fig. 88, a. Stück von sogenannten Treppengefäßen eines Laubfarren (von dem großen Königsrispenfarren Osmunda regalis); die Gefäße sind durch ihre enge Zusammendrückung sechsseitig abgeplattet.

Der Stock und die Wedel, letztere sowohl an den stielartigen, als an den lappenförmigen, blattähnlichen Theilen, sind mit einer Oberhautzellenschicht bedeckt, welche Spaltöffnungen enthält und unter sich Lufthöhlungen umschließt.

Die mit nicht deutlicher Regelmäßigkeit verästelten Wurzeln entspringen ähnlich, wie die Wedel, aus dem Stocke seiner ganzen Länge nach; jedem sich neu bildenden Wedel entspricht eine Wurzel in entgegengesetzter Richtung. Auch sie sind von Gefäßbündeln durchzogen. Ihre Oberhautzellen ragen als äußerst zarte Härchen hervor und dienen wesentlich zur Einsaugung der Nahrung.

Auf der Unter- (Rücken-)fläche der Wedellappen stehen den durch die Gefäßbündel hervorgebrachten, in sehr uneigentlichem Sinne so genannten „Adern" oder „Nerven" entsprechend, eigenthümliche Organe, welche dem bloßen Auge als ein brauner spreuiger Staub erscheinen. Sie bilden sich nicht auf allen Gefäßbündeln aus, sondern bald auf zweien, bald auf dreien, vieren oder fünfen. Es vermehren sich längs einem solchen Gefäßbündel die Oberhautzellen, so daß ein langes schmales, hautartiges Blattleistchen hervorwächst, welches anfangs dem Lappen flach anliegt, bald jedoch durch die Entwicklung vieler eigenthümlicher gestielter Kapselchen, welche aus seiner Achsel längs dem Gefäßbündel hervorsprossen, an seinem freien Rande emporgedrängt wird. Die Kapselchen enthalten feine Brutzellen, welche nach dem Aufplatzen der Kapsel verstreut werden und als Same der Maureraute dienen. Von anderweitigen Fortpflanzungsorganen — Antheridien und Sporangien — findet man an der Mauerraute keine Spur.

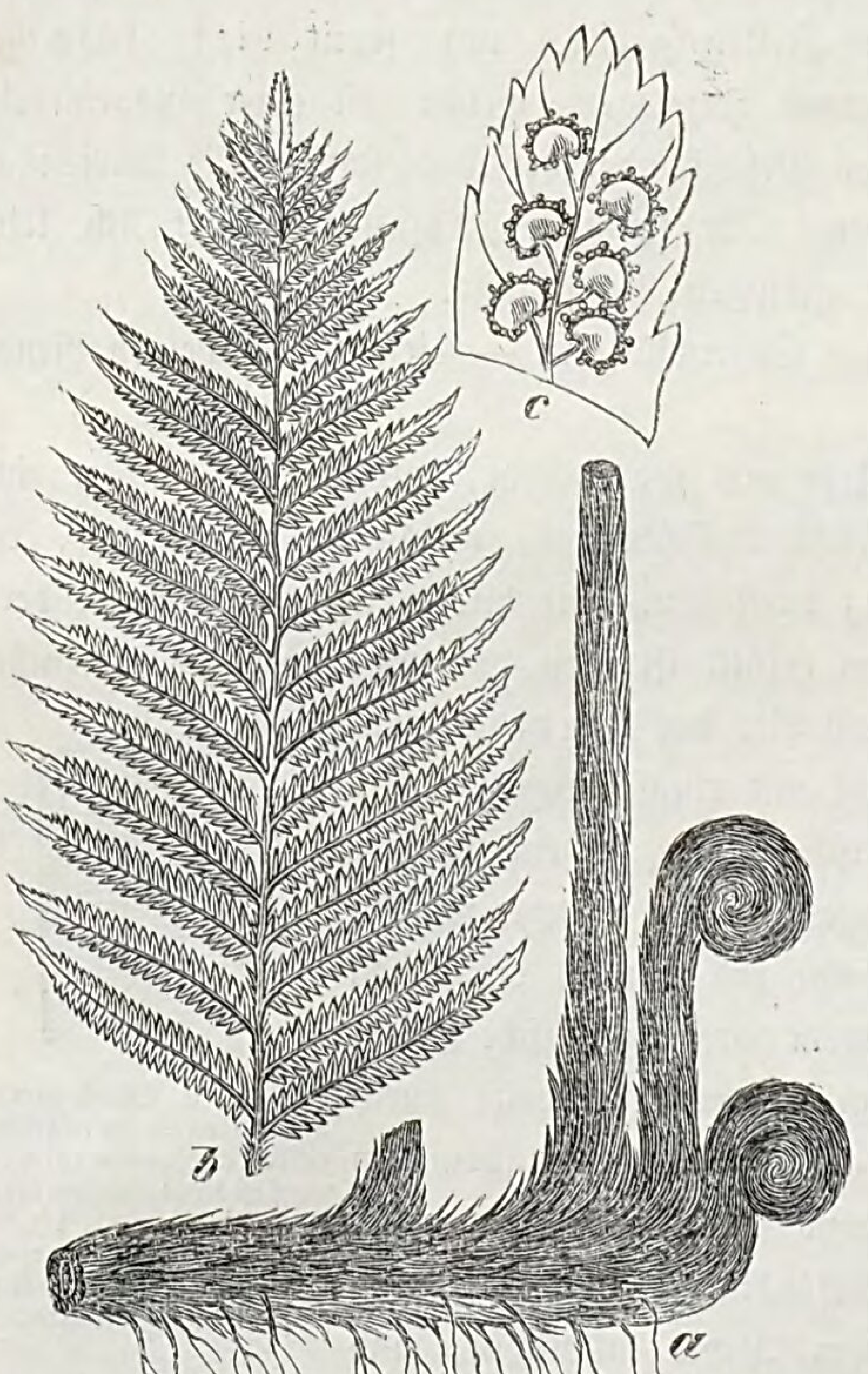


Fig. 89. Der gebräuchliche Wurmfarren (Aspidium filix mas).*

* *a* Der im Boden kriechende, mit Spreublättchen und Wurzeln besetzte Stock, mit einem schon abgestorbenen, einem ganz entwickelten und zweien sich entwickelnden Wedeln; der entwickelte Wedel ist nahe über dem Boden abgeschnitten; *b* ein Seitenlappen des Wedels, dem Stocke *a* entsprechend fünffach verkleinert; am unteren Theile trägt die stielartige Mittelrippe noch einzelne Spreublättchen; *c* ein Unterläppchen von den kleinen Nebenlappen von der Unterseite, fünffach vergrößert; man sieht auf den Adern die Schleierblättchen, unter welchen die Büschelchen der Sporangien hervorragen.

Der gebräuchliche Wurmfarren (Fig. 89) ist der größte Farren des mittleren Europa's, in den meisten Wäldern sehr gemein. Der Stock desselben liegt wagerecht oder schräg ansteigend in oder auf dem Erdboden, und ist meistens von Moosen und Gräsern ganz überwachsen. Derselbe erreicht mitunter eine Länge von 6 Fuß; irrthümlich wird er für eine Wurzel angesehen und unter dem Namen Farrenwurzel (Radix filicis) auf den Apotheken, wo er als Mittel gegen Eingeweidewürmer benützt wird, vorräthig gehalten. Die wah-

ren Wurzeln entspringen aus ihm an seiner ganzen Länge. Er ist überall bedeckt mit vermodernden Wurzelfasern, Spreublättchen und Ueberresten von alten, längst verfaulten Wedeln. Lebendige, grüne Wedel trägt er nur an dem jüngsten Ende, wo dieselben rings um die stets sehr langsam fortsprossende Spitze in einem Büschel stehen und aus dem Boden emporragen. Dieselben kommen stets bischofsstabförmig eingerollt und dicht mit Spreublättchen bedeckt im Frühlinge zum Vorscheine und entfalten sich bis zu einer Größe von 3 Fuß. Ihre Entwicklung geht ganz so vor sich, wie bei der kleinen Mauerraute — der Wedel theilt sich an seiner Spitze stets ungleich und abwechselnd; die stärkeren Gabeläste richten sich so, daß sie scheinbar eine gerade Fortsetzung des Wedelstieles bilden, während die geringeren Gabeläste, zur Seite gedrängt, mit jenen fast rechte Winkel bilden müssen. Diese Seitenäste sind ganz ebenso wiederum getheilt, jedoch so, daß stets die geringeren Nebenäste fast ungestielt, die denselben Regeln folgenden Unteräste dieser letzteren aber völlig ungestielt erscheinen, indem die Parenchymlappen derselben unmittelbar mit den stärkeren Unterästen vereinigt sind. Auch hier erreichen die ganzen Wedel, die Seitenäste und deren Nebenäste und Unteräste stets nur eine bestimmt begrenzte, gegen die Spitzen hin abnehmende Größe. Die Gefäßbündel der Unteräste sind innerhalb der Parenchymlappen ganz nach gleicher Weise zertheilt, wie die Wedel selbst; die stärkeren Gabeläste derselben bilden eine schwach hin- und hergebogene Mitteladerer, von welcher die geringeren Gabeläste abwechselnd rechts und links in großem Winkel als Seitenadern abgehen. Auch diese Gabelung ist an den Parenchymlappen noch durch tiefe Randeinschnitte bezeichnet, ja sogar eine Verästelung der Seitenadern in Nebenadern zeigt sich hie und da durch Einschnitte der Seitenläppchen, zwischen denen sägezahnähnliche Nebenläppchen in eine feine Spitze auslaufen. Die ganze Entwicklung der Laubfarrenwedel erinnert im höchsten Grade an die mit ähnlicher ungleicher und regelmäßig wechselnder Gabeltheilung verbundene Entwicklung gewisser Meermoose (siehe Seite 622 und Fig. 48). Die Seitenäste, Nebenäste und sogar die Unteräste sind stets mehr oder weniger deutlich mit Spreublättchen besetzt, welche aber großentheils früh abfallen, so daß oft die Wedel, wenn sie völlig ausgebildet sind, ganz glatt erscheinen. Bei der Entwicklung ist nicht nur der ganze Wedel, sondern auch jeder einzelne Theil seinerseits besonders, schnecken- oder bischofsstabförmig eingerollt, so daß jedes Unteräстchen, jedes Nebenästchen, jedes Seitenästchen diese Form in kleinerem oder größerem Maßstabe wiederholt.

Die lappenförmigen Unteräste der Wedel zeigen auf der Unterseite ähnliche Organe (Fig. 89, c), wie die Wedelläppchen der Mauerraute. Aber hier ist die Natur derselben deutlicher zu erkennen. In einer geringen Entfernung von der Mittelader entwickelt sich nämlich auf den ersten Seitenadern, sowohl zur rechten, als zur linken Seite, ein Spreublättchen von eigenthümlicher schildartiger Form, nämlich an der Spitze ganz abgerundet und am Grunde mit herzförmigen Seitenausbreitungen, und in der Achsel dieses, gewöhnlich mit dem Namen des Schleierchens (indusium) bezeichneten, Blättchens (welches mit den Blättchen des Fruchtzapfens der Lycopodiaceen verglichen werden muß) steht ein ganzer Büschel gestielter und mit Brutzellen erfüllter zelliger Kapselchen oder Sporangien. Diese Kapselchen sind sämmtlich an einem sehr kleinen Mittelsäulchen, einem äußerst kurzen Zweige, welcher in der Achsel des Spreublättchens sich entwickelt hat, angeheftet (Fig. 90).



Fig. 90. Sporangienhäufchen. *

* **A** Ein Stück eines Laubfarrenwedels (**Nephrodium angulare**) von der Unterseite; *r* die Mittelrippe eines Nebenlappen, mit einzelnen kleinen Spreublättchen besetzt; *p* zwei Unterläppchen dieses Nebenlappen; *s* die unter den Schleierblättchen verborgenen Sporangienhäufchen (**sori**).

B Ein Sporangienhäufchen, durchschnitten; *n* „Nerv" oder „Ader" des Wedelläppchens; *i* Schleierblättchen; *o* Sporangien, befestigt auf einem kurzen Aestchen in der Achsel des Schleierblättchens, vergrößert.



Fig. 91. Ein Sporangium, 100fach vergrößert. *

* *p* Zellen, welche den Stiel des Sporangium bilden; *a* der Ring; *s* Sporen, welche aus dem Risse des Sporangium entweichen.

Sie stehen rings um dieses Zweiglein herum geordnet, auf einer unendlich engen Spirallinie. Jedes Kapselchen ist eine einfache zellige Hülle; es ist auf einer Zelle des Zweigleins befestigt, besitzt einen aus wenigen neben einander liegenden Zellenreihen bestehenden Stiel, von welchem aus eine gratähnlich hervorragende Zellenreihe, der sogenannte Ring, über den Rücken der helmartig gewölbten Kapsel bis auf die Unterseite derselben verläuft (Fig. 91). Nach Allem, was man bis jetzt über die Art und Weise der Entwicklung dieser Kapselchen hat beobachten können, sind dieselben als Blättchen zu betrachten, welche in ihrer engen Wiege zusammengekrümmt, ihre eigenthümliche Form erhielten. Der „Ring" ist die Mittellinie dieser Blättchen; die Zellen der einwärts gerollten Spitze und der Ränder der Blättchen bilden, sich absondernd (man erinnere sich an die Blätter der Jungermannien), die Brutzellen, von welchen die Kapselchen erfüllt erscheinen. Jedoch geht hier diese Absonderung schon bei der Entwicklung der betreffenden Zellen unmittelbar vor sich, indem die innerhalb einiger, in der entstehenden Kapsel eingeschlossener, Zellen sich bildenden Tochterzellen ganz wie die in Sporangien sich entwickelnden Sporen, sich ganz von den übrigen umgebenden Zellen unabhängig machen. Man hat die Brutzellen, dieser Entstehung wegen, Sporen genannt, und die Kapselchen dürfen somit als Sporangien betrachtet werden, welche an einem kleinen Aestchen in der Achsel des Schleierblättchens als eigenthümlich umgeformte Blattorgane sich entwickelten. — Die Form dieser Organe, welche wir bei der Mauerraute kennen lernten, unterscheidet sich nur in so fern, als dort längs eines Gefäßbündels eine Menge von Kapselbüschelchen sich beisammen unter einem, wohl aus einer Vereinigung ihrer Schleierblättchen zu erklärenden, Hautleistchen stehen. — Wenn innerhalb der Kapselchen die Brutzellen sich ausgebildet haben, so trocknet das äußere Zellgewebe, und die dabei stark zusammenschwindenden Zellen des Ringes veranlassen einen wagerechten Riß auf der entgegengesetzten Seite der Kapsel. Die Sporen (Brutzellen) fallen durch diesen Riß heraus und dienen als wirkliche Sporen zur Fortpflanzung der Farren.

Bei dem rothen Streifenfarren (Fig. 92, b), welcher das Beiwort seines Namens der braunrothen, im Alter aber schwarzglänzenden Färbung der stielartigen Theile seines Wedels verdankt, geht die Theilung des Wedels immer so vor sich, daß der stärkere Lappen sich auf einem Stiele verlängert, während der geringere Lappen ungestielt und ungetheilt bleibt, und ein ovales, am Rande herum fein eingekerbtes Blättchen zur Seite des ersteren darstellt. Der ganze Wedel

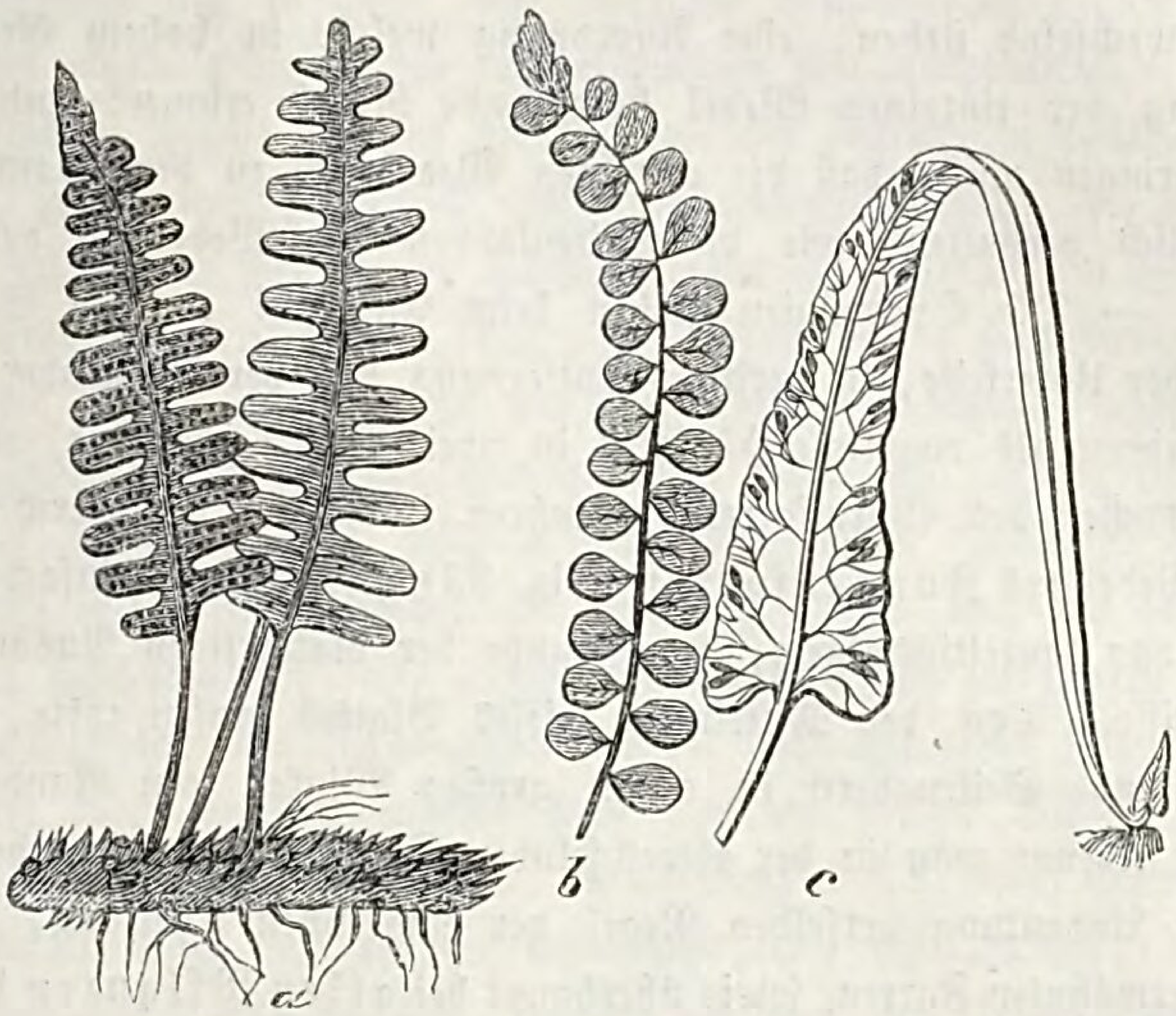


Fig. 92. Laubfarren. *

a Der Tüpfel- oder Engelsüßfarren (Polypodium vulgare) von der Vorder- und Hinterseite, $1/6$ d. nat. Gr.; *b* ein Wedel des rothen Streifenfarren (Asplenium trichomanes), $1/2$ d. nat. Gr.; *c* ein Wedel vom wurzelnden Streifenfarren (Asplenium rhizophyllum), $1/2$ d. nat. Gr.

bekommt auf diese Weise die Gestalt eines bis 6 Zolle langen Stieles, zu dessen beiden Seiten abwechselnd solche ungestielte Blättchen sitzen. Nur an der Spitze sieht man den letzten Lappen so eben in der Theilung begriffen.

Beim gemeinen Tüpfelfarren oder Engelsüß (Fig. 92, a) theilen sich ebenfalls die zur Seite gedrängten Lappen des Wedels nicht, und sie erscheinen nicht allein ungestielt, sondern das zwischen ihren, sich ähnlich, wie in den Läppchen der Wedel des Wurmfarren, verästelnden Gefäßbündeln ausgebreitete Parenchym erstreckt sich auch an den, die stielartige Mittelrippe des ganzen Wedels darstellenden stärkeren Gabelästen saumartig bis zu dem nächstfolgenden Seitenlappen der gleichen Seite. So erscheint der ganze Wedel dieses Farren als eine Blattgestalt von allgemein lanzenförmigem Umrisse, dessen Rand aber tiefe, fast bis zur Mittelrippe eindringende auf beiden Seiten abwechselnde Einschnitte besitzt. — Bei dieser Gattung sieht man an dem wagerecht im Moder des moosigen oder grasigen Waldgrundes, an Baumwurzeln oder in Fels- und Mauerritzen, liegenden holzigen Stocke, welcher etwa die Dicke eines Federkieles besitzt, stets sehr deutlich die dicht stehenden Spreublättchen, durch welche er, von der braunen Moderfarbe abgesehen, unverkennbare Aehnlichkeit mit einem Stengelstücke eines Bärlappmooses verräth. Diese Deutlichkeit rührt daher, daß die Stiele der abgestorbenen älteren Wedel hier nicht als abfaulende Reste am Stocke zurückbleiben, sondern sich ganz am Grunde ablösen. Es entsteht nämlich, sobald die Lebensthätigkeit in dem Wedel erloschen ist, eine Ansammlung der Säfte in der Umgebung der Zellen des Stockes, welche seine Befestigung bilden, und es beginnt in Folge derselben eine Entwicklung von Zellen, durch welche, da sie mit den alten Zellen des Wedelstieles nicht in Zusammenhang treten, der letztere abgelöst und an der Ablösungsstelle eine flache Warze mit ringförmigem Randwulste, eine sogenannte Narbe, hervorgebracht wird. Man sieht solche Narben an dem älteren Theile des Engelsüßstockes gleichsam auf zweien Linien mit

einander abwechselnd stehen, eine Anordnung welche in hohem Grade an die bei der Theilung der einzelnen Wedel herrschende Regel erinnert und uns auf den Gedanken bringen muß, daß die einzelnen Wedel sich zu dem Hauptstocke einigermaßen ähnlich verhalten, wie die Seitenlappen der Wedel zu dessen scheinbarer Mittelrippe. — Die Sporangien stehen beim Engelsüß an den Seitenlappen der Wedel auf der Unterseite, in geringer Entfernung von der Mittelader derselben, auf den Seitenadern als rundliche Häufchen in zwei Reihen geordnet, also ähnlich wie auf den Läppchen des Wurmfarren, entbehren jedoch der Schleierchen gänzlich.

Der Wedel des Zungenfarren (Fig. 93) gleicht einem einfachen, kurz gestielten Blatte von lanzettförmigem, am Grunde der blattartigen Ausbreitung herzförmigem Umrisse. Von der Mittelrippe dieses Blattes laufen zarte, sehr nahe bei einander stehende Seitenadern in einem großen Winkel zum Rande; bei genauer Betrachtung erkennt man in der abwechselnden Stellung der Adern beider Blattseiten deutlich die Andeutung derselben Regel der ungleichen Theilung, welche wir bei den vorher erwähnten Farren, sowie überhaupt bei allen Pflanzen dieser Klasse bemerken. Das Parenchym zwischen den Adern ist am Rande stärker ausgebreitet als in der Nähe der Mittelrippe, woher es rührt, daß der Rand wellig hin und her gebuchtet erscheint. Die jungen Wedel sind bischofsstabförmig eingerollt, eine Eigenthümlichkeit, welche ebenfalls allen Laubfarren gemeinsam zukommt. Auch hier ist der an der Erde sich verbergende Stock, sowie theilweise der Wedel, besonders der Stiel und die Mittelrippe, mit Spreublättchen von haarähnlicher Schmalheit dicht besetzt, welche jedoch an den Wedeltheilen meistens frühzeitig abfallen. Die

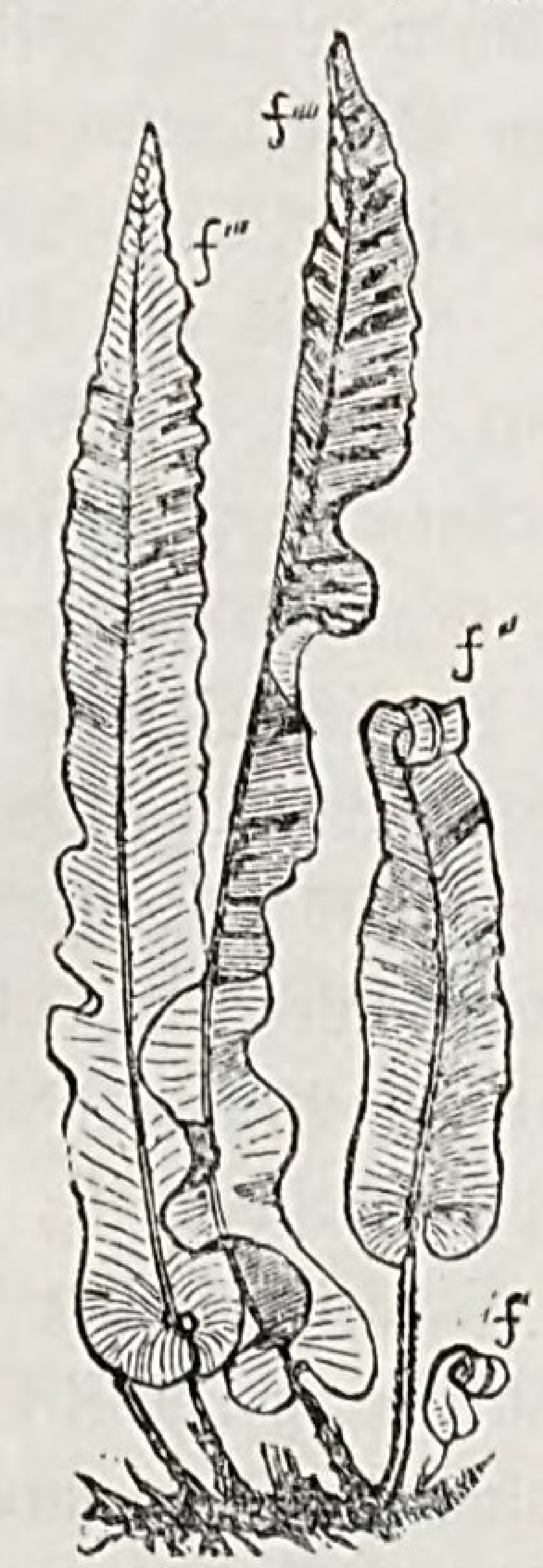


Fig. 93. Der Zungenfarren (Scolopendrium officinale). *

* An dem mit Spreublättern besetzten Stocke stehen vier Wedel: f' ist in der ersten Entwicklung begriffen; f'' schon fast entfaltet; f''' ausgebildet; f'''' trägt auf der Rückseite die Sporangienhäufchen, welche als dunkle Querlinien erscheinen.

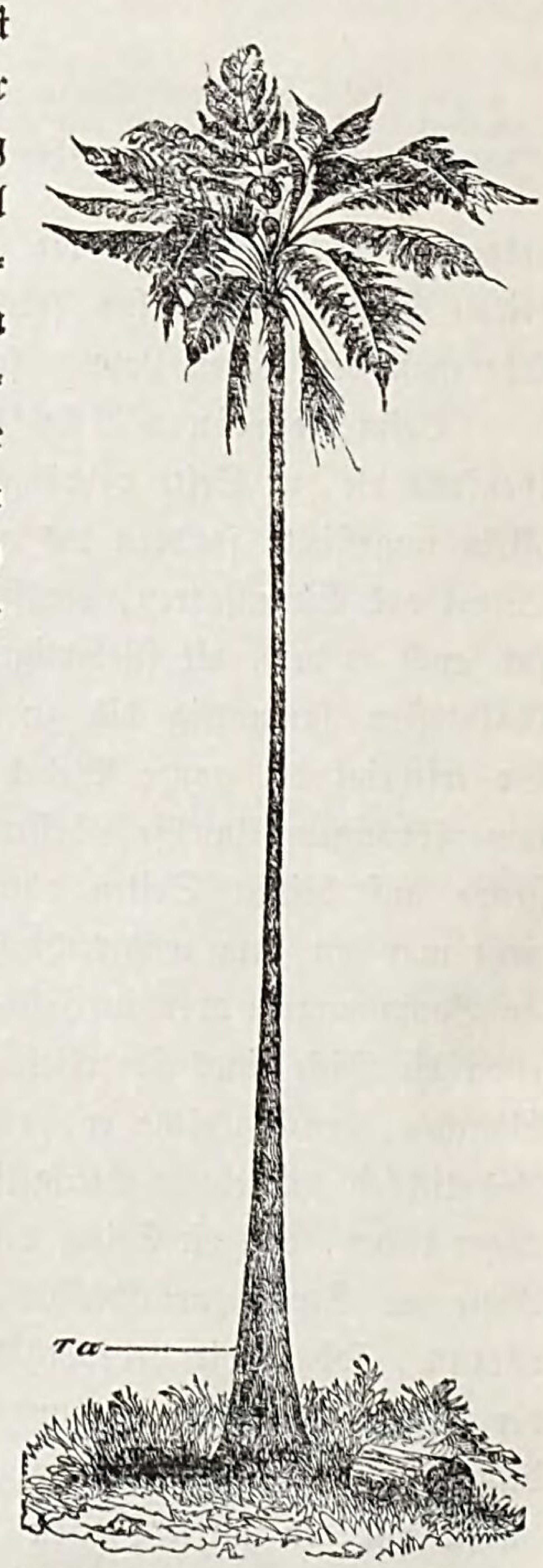


Fig. 94. Ein baumartiger Laubfarren (Alsophila perrotetiana) aus Ostindien.*

* ra Herablaufendes Wurzelgeflecht, welches den Stock nach unten kegelförmig verdickt.

Sporangien entwickeln sich in mehr oder weniger vollständigen Linien längs der Seitenadern unter einem gemeinsamen leistenförmigen Schleierhäutchen.

Die Laubfarren, welche bei uns an Mauern und Felsen, in Wäldern und auf Wiesen wachsen, geben uns sämmtlich nur einen geringen Begriff von der Entwicklung, bis zu welcher sich viele dieser Klasse angehörige Pflanzen in den tropischen Gegenden der Erde erheben. Hier kriecht der Stock vieler Laubfarren nicht am Boden hin, unter Moos und Gräsern und Modererde verborgen, sondern derselbe steht gerade aufgerichtet und erreicht mitunter eine Höhe bis sechszig Fuß und angemessene Dicke. So stellt die Pflanze (Fig. 94) einen herrlichen Baum dar, welcher am Gipfel mit einem Büschel oft gewaltig großer und auf das zierlichste zertheilter Wedel geschmückt ist, und dessen Stamm von den zerfaserten Ueberresten der älteren abgestorbenen und vergangenen Wedel wie mit einer schuppigen Rinde bekleidet erscheint. Der Stamm wächst stets nur an seinem Gipfel. Sein Fuß steht mit einem Stumpfe auf dem Boden, in welchem er sich durch zahlreiche Wurzeln, welche überall unter den Wedeln hervorsproßten, festklammert, und, sowie derselbe höher und höher emporwächst, kriechen zwischen den Ueberresten der Wedel stets neue, stets höher entspringende Wurzeln herab und bilden vollends ein, verfilzten Seilen und Fasern gleichendes Gewebe, welches denselben umhüllt und an seinem Grunde kegelförmig verdickt erscheinen läßt, bis zur Verdoppelung, ja Verdreifachung seines wirklichen Durchmessers.

Der Stock der Laubfarren im Allgemeinen ist seiner ganzen Länge nach überall von gleichbleibender Dicke. Derselbe besteht aus einem parenchymatischen Zellgewebe, dessen Zellen großentheils durch Verdickung der Zellhaut, vermittelst innerhalb aus dem Zellsafte abgesetzter mehrfacher Schichten von Cellulose eine holzig feste Beschaffenheit erlangt haben. Dieses Parenchym ist durch breite bandartige, aber in eine Röhre zusammengestellte Gefäßbündel, welche aus vielem Prosenchym und zahlreichen, stark entwickelten Tüpfelgefäßen, besonders aber auch Treppengefäßen (Fig. 88, a) bestehen, in einen innerhalb der bezeichneten Röhre eingeschlossenen Theil, das Mark (medulla), und einen die Röhre äußerlich umhüllenden Theil, die Rinde (cortex) geschieden. Da die einzelnen Gefäßbündel sich nicht ihrer ganzen Länge nach unter einander berühren, sondern zwischen den einzelnen Berührungsstellen sich maschenartig von einander trennen, so geht durch diese Lücken das Parenchym der Rinde vielfach in das des Markes über. Vereinzelte, zerstreute Gefäßbündel durchziehen auch wohl, besonders bei den Baumfarren, die Rinde und selbst das Mark, und treten, letztere durch jene Maschen hindurch, unmittelbar mit den Gefäßbündeln der Wedel zusammen. Die Gefäßbündel sind meistens mit einer Schicht vorzüglich verholzter (d. h. dickwandiger), langgestreckter Zellen bekleidet, sowohl auf der Rinden-, als auch auf der Markseite. Diese Zellen sind durch dunkelbraune Färbung ausgezeichnet hervorstechend (Fig. 95). Bündelartige Gruppen eben solcher Zellen zeigen sich unregelmäßig zerstreut auch im Marke und in der Rinde. Die ganze Masse des Stockes ist bei allen Laubfarren sehr reich an einer Substanz, welche man Tannin, auch Gerbsäure oder Gerbstoff nennt, und deren chemische Mischung durch die Formel $C^4 H^5 O^3$ ausgedrückt wird. Die letzteren Benennungen verdankt diese Substanz der wichtigen Anwendung, welche in der Gerberei von derselben gemacht wird, wobei man bekanntlich Eichenrinde oder andere ebenfalls

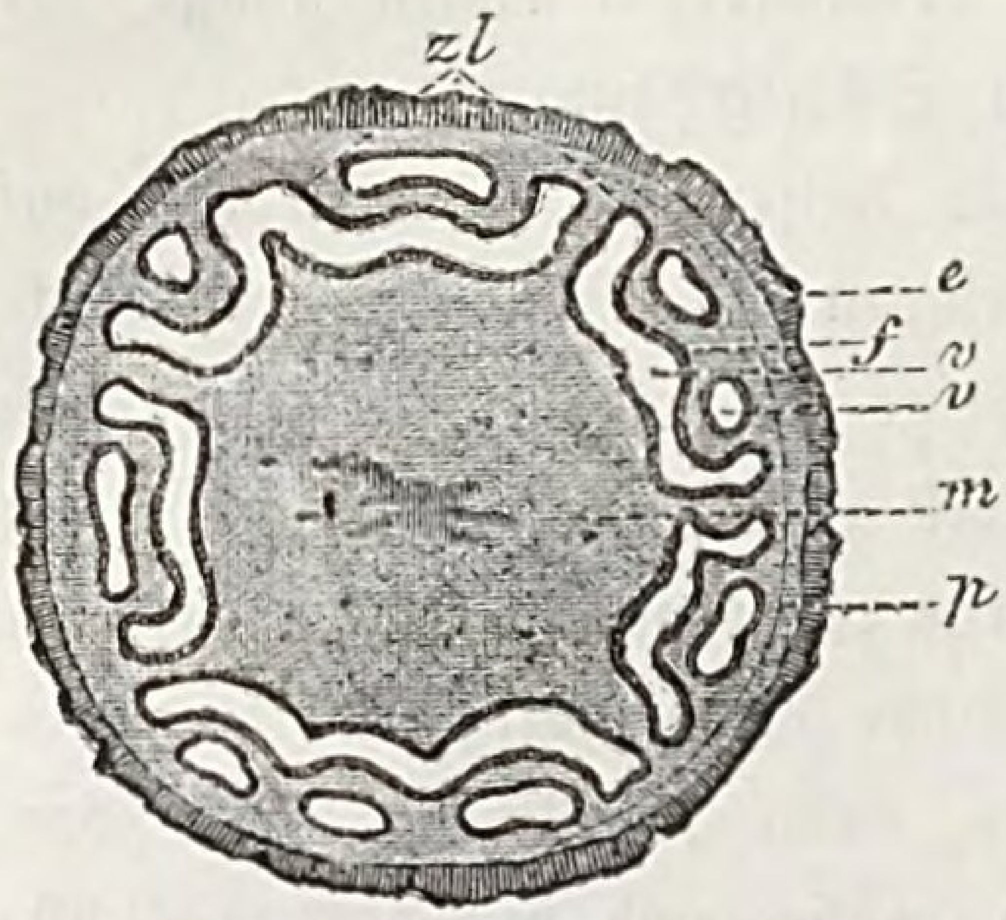


Fig. 95. Durchschnitt des Stockes eines Baumfarren (Cyathea arborea) aus Ostindien. *

* *m* Mark, welches die ganze Mitte des Stockes einnimmt; *sl* Gefäßbündel, welche hier in einem vielfach gebogenen unterbrochenen, bei andern Gattungen in einem stetig zusammenhangenden Gürtel stehen; *f* braungefärbte langgestreckte Parenchymzellen; *v* die Bündel weißlich gefärbter Treppengefäße; *p* Rindenparenchym; *e* die aus den Ueberresten der Wedel, aus Spreublättchen und Wurzelgeflecht bestehende äußere borkenähnliche Decke.

an Tannin reiche Rinden, oder zur Bildung jenes Stoffes fähige Blätter, Galläpfel u. s. w., mit den Thierhäuten, aus welchen Leder bereitet werden soll, zusammen in eine Grube verpackt und mit Wasser übergießt. Das Tannin geht mit dem in den Thierhäuten enthaltenen Leimstoffe eine eigenthümliche Verbindung ein, welche sehr knetbar, zäh und geschmeidig ist, worauf die Haltbarkeit und Weichheit des Leders beruht. Die Stöcke der Laubfarren (und ebenso die Wedel) können ihres Tanningehaltes wegen als ausgezeichnetes Gerbmittel benutzt werden. Das Tannin ist ein Produkt der Vermoderung der nicht mehr lebensthätigen Zellen. Die Bildung desselben geht vor sich unter Aufnahme von Sauerstoff und Ausscheidung von Kohlensäure, und mit gleichzeitiger Bildung von Ulmin und Humin, sowie von Ulmin-, Humin-, Geïn-, Quell- und Quellsatzsäure. Auch in den oben genannten Rinden und anderen Gerbmitteln ist das Tannin von solchen Säuren begleitet und seine Entstehung eben so zu erklären. Bei mehreren Baumfarren ist das Parenchym des Stockes so reich an Stärkekörnchen, welche in den Zellen sich ansammeln, daß dasselbe als ein treffliches Nahrungsmittel dient. So der eßbare Tutenfarren (Cyathea medullaris) auf Neuseeland, dessen etwa klafterhoher Stock ein mit klebrigem rötlichem Safte durchdrungenes, stärkereiches Mark besitzt, welches von den Eingeborenen jener Inseln zum Verspeisen gebraten wird. Ganz ähnlich ist daselbst die Benutzung der in Ostindien und auf vielen Südseeinseln verbreiteten Gleichenie (Gleichenia Hermanni). Außer den genannten Substanzen enthalten die Laubfarrenstöcke noch mancherlei andere, besonders bittere und zusammenziehende (adstringentia), in Folge deren sie als Arzneimittel Anwendung finden, wie der gemeine Wurmfarren (Aspidium filix mas) * und die amerikanische Ocallahuala (Aspidium coriaceum), welche unter dem verdorbenen Namen radix calahualæ oder calagualæ zu uns kommt. Die bitteren Substanzen sind von harzartiger Beschaffenheit. Mancherlei andere Substanzen der Laubfarrenstöcke sind noch nicht näher untersucht. Nur der Wurmfarren und der gemeine Adlerfarren sind in dieser Beziehung gründlicher bekannt; ersterer enthält außer dem Tannin, Galläpfelsäure (Gallussäure), Essigsäure, schmalzartiges Fett, ätherisches Oel und bitteres Harz, Zucker, dann kohlensaures und schwefelsaures Kali, Chlorkalium, kohlensauren und phosphorsauren Kalk, Alaun, Kieselerde und Eisenoxyd. Nach der Einäscherung ist das Kali größtentheils in kohlensaures Kali verwandelt, welches aus der Asche durch Auslaugung in großer Menge gewonnen werden kann. — Der größte

* Der Name Aspidium filix mas, d. h. männlicher Schildfarren, welchem ein anderer A. f. femina, d. h. weiblicher Schildfarren, gegenübersteht, könnte leicht mißverstanden werden. Man hat diese sehr alten Benennungen, welche sich wohl nur darauf gründen, daß die Wedel der ersteren Gattung höher werden, als die der zweiten, nur ihres Alters wegen beibehalten, obgleich beide Pflanzenarten keineswegs wie Männchen und Weibchen zusammengehören.

Theil des Farrenstockes ist meistens abgestorben und mehr oder weniger in Fäulniß begriffen, was sich an der moderbraunen Färbung zeigt. Die Gefäße bleiben oft in großen Erstreckungen von dieser Färbung allein frei. Das Mark der Baumfarren ist oft großentheils ganz ausgemodert, so daß die Gefäßbündel wirklich theilweise röhrenartig einen Hohlraum umschließen (Fig. 96). Bei den am Boden sich verbergenden Stöcken ist die Durchdringung mit den oben genannten Humus- oder Modersubstanzen und in Folge dessen die braune Färbung meistens sehr stark.

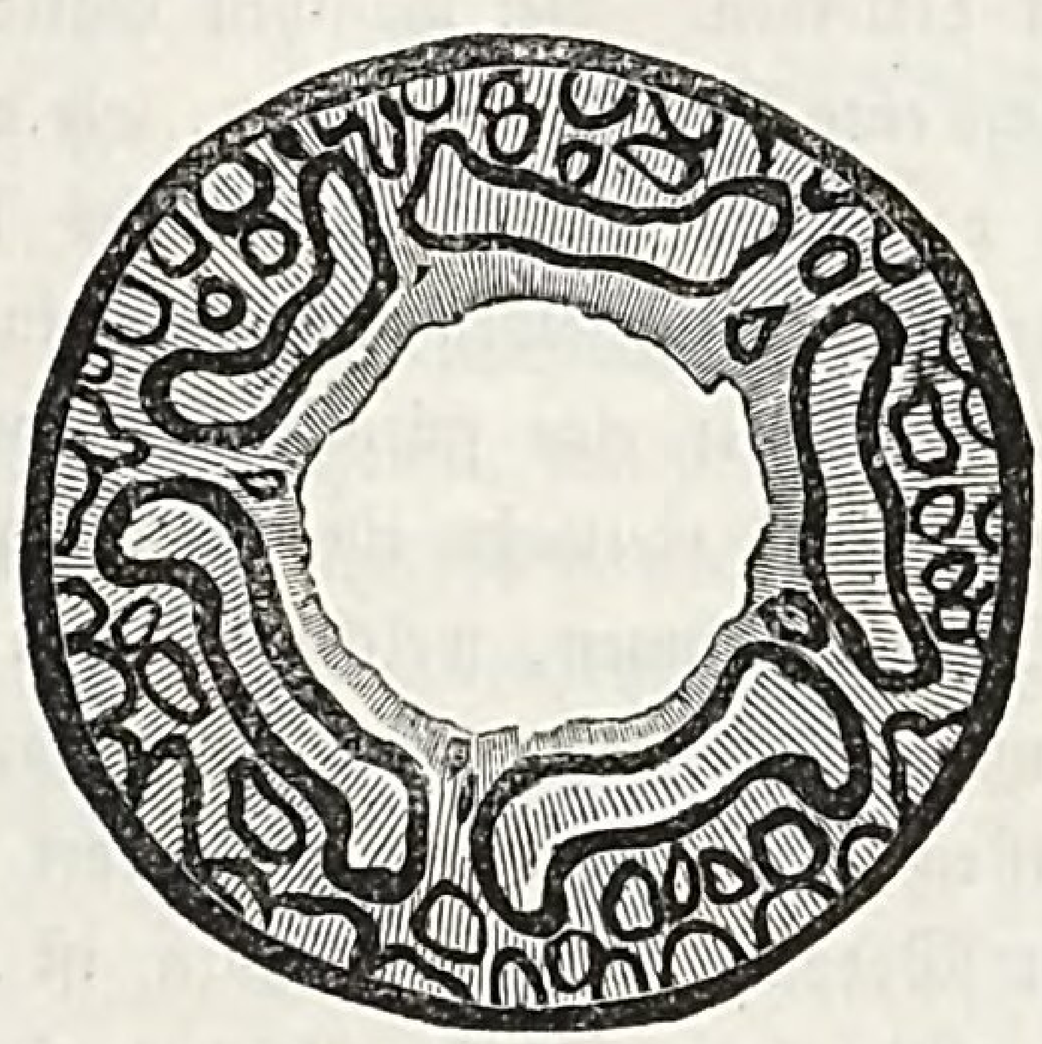


Fig. 96. Durchschnitt durch den hohlen Theil eines Baumfarrenstockes. Man sieht am Rande herum sehr zahlreiche Durchschnitte von Gefäßbündeln, welche mit den abgestorbenen Wedeln in Verbindung standen.

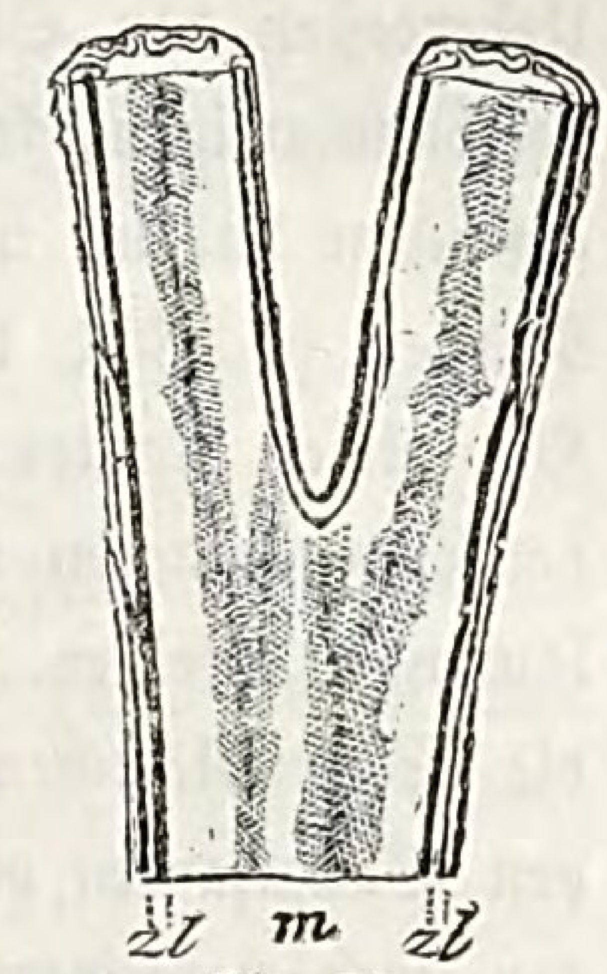


Fig. 97.
Senkrechter Schnitt eines ostindischen Baumfarren (Alsophila perrotetiana, Fig. 94) in der Höhe einer Gabeltheilung. *

* m Mark; zl Gefäßbündel.

Selten ist es, daß der Farrenstock sich in ähnlicher Weise gabelt, wie dieses bei den Zapfenmoosen so regelmäßig der Fall zu sein pflegt. Doch kommen auch hiervon Beispiele vor. Man sieht in einem solchen Falle auf einem Längsschnitte, daß das Mark des Stockes sich in seiner ganzen Dicke in die beiden Gabeläste hinein erstreckt, so daß keineswegs der eine derselben als ein Seitenzweig betrachtet werden kann (Fig. 97). Häufig sind derartige Gabelungen des Stockes beim ästigen Tüpfelfarren (Polypodium ramosum).

Der ganzen Länge nach ist der Stock mit Spreublättchen (paleæ) dicht bedeckt, welche bald einen haarartigen dichten Filz (Fig 89) oder spreuige Schuppen (Fig. 92) darstellen und meistens gelbe oder bräunliche Farben besitzen. Wir haben oben gesehen, daß diese Spreublättchen die eigentlichen Blätter der Laubfarren sind. Da dieselben aber sehr unvollkommen bleiben, so scheinen sie sehr unwesentliche Dienste für die Vegetation der Pflanze zu leisten, und fallen an den Baumfarren großentheils ab, oder verfaulen bei den niederliegenden Stöcken.

An der ganzen Länge des Stockes entspringen Wurzeln. Dieselben bestehen aus dichtem Parenchym und enthalten Gefäßbündel. Sie zertheilen sich vielfach in feinere Zweige, deren letzte, zarteste Büschel mit haarförmigen Zellchen dicht besetzt sind. Bei den Baumfarren, wo sie mitunter den ganzen Stock, an welchem sie herabkriechen, mit einem dichten Flechtwerke bekleiden (Fig. 98, d), fehlen sie bei manchen Arten am oberen Theile des Stockes fast ganz. In letzterem Falle sind dann die am untersten Theile stehenden Wurzeln um so kräftiger entwickelt.

Bei einigen Laubfarren kommen seitenständige Knospenbildungen vor, durch welche sich wirklich Zweige entwickeln, welche die Form des Stockes nachahmen; so beim Wurmfarren. Doch ist dieser Fall im Ganzen selten; bei Baumfarren kommt derselbe niemals vor. Solche erscheinen daher nie verzweigt.

Aber die Wedel, diese scheinbaren Blätter, sind, wie ihre Entwicklung lehrt, die eigentlichen Zweige der Laubfarren. Bei der Unvollkommenheit der eigentlichen Blätter, der sogenannten Spreublättchen, übernehmen sie gleichsam die Rolle derselben. Ihre äußere Form ist höchst mannigfaltig, wie die oben gegebenen Beispiele schon

andeuten; immer schön und malerisch, selten einfach und mit unzertheilter Ausbreitung des Parenchyms zwischen den ungleich gabeligen Verästelungen der aderähnlichen Gefäßbündel, meistens vom Rande her lappig, und oft sehr vielfach und zierlich eingeschnitten. Bei der Mehrzahl der Gattungen, sowohl der niederliegenden, als der baumartig aufgerichteten, ist das Zellgewebe der Wedel mit dem des Stockes so verbunden, daß die absterbenden Wedel sich nicht ablösen können, sondern bis auf ihren untersten holzigsten Theil abfaulen und mit ihren letzten zerfasernden Ueberresten den Stock bekleiden. Bei manchen Gattungen dagegen, besonders auch bei baumartigen, kommt eine Narbenbildung vor, wie wir sie beim Engelsüßfarren gefunden haben, und der ältere Theil des Stockes ist dann mitunter mit solchen Narben so dicht bedeckt, daß dieselben sich gegeneinander rautenförmig abgrenzen. Bei diesen Rauten tritt weniger eine spiralige Anordnung, wie bei den Blattnarben der Lycopodiaceen hervor, als vielmehr eine Stellung in geraden, am Stocke herablaufenden Reihen. In den Rinnen, welche zwischen diesen Rauten bleiben, bilden die Spreublättchen und Wurzelzasern eine filzartige Füllung. Am jüngsten, bei den Baumfarren obersten Ende, steht zerstreuter oder zusammengedrängter der Schopf der noch vegetirenden Wedel. Sehr verschieden ist der Wuchs der Laubfarren je nach der Stellung der Wedel am Stocke. Bei den einen dehnt sich der Stock zwischen je zweien auf einander folgenden Wedeln sehr in die Länge. In diesem Falle erscheint derselbe bei den im Boden wachsenden Gattungen wirklich wurzelähnlich, wie beim Adlerfarren unserer Wälder, während er bei den über der Erde wachsenden, wie bei dem bindfadendicken ostindischen Kletterfarren (Lygodium scandens) und andern, an Felsen oder Bäumen kletternd, in die Höhe steigt. Bei anderen Farren stehen die Wedel sehr nahe beisammen, wie beim Wurmfarren, und in diesem Falle liegt derselbe in oder auf der Erde, oder erhebt sich dann baumartig (Fig. 98). — Die Wedel sind auf beiden Seiten mit einer dichten Oberhautschicht

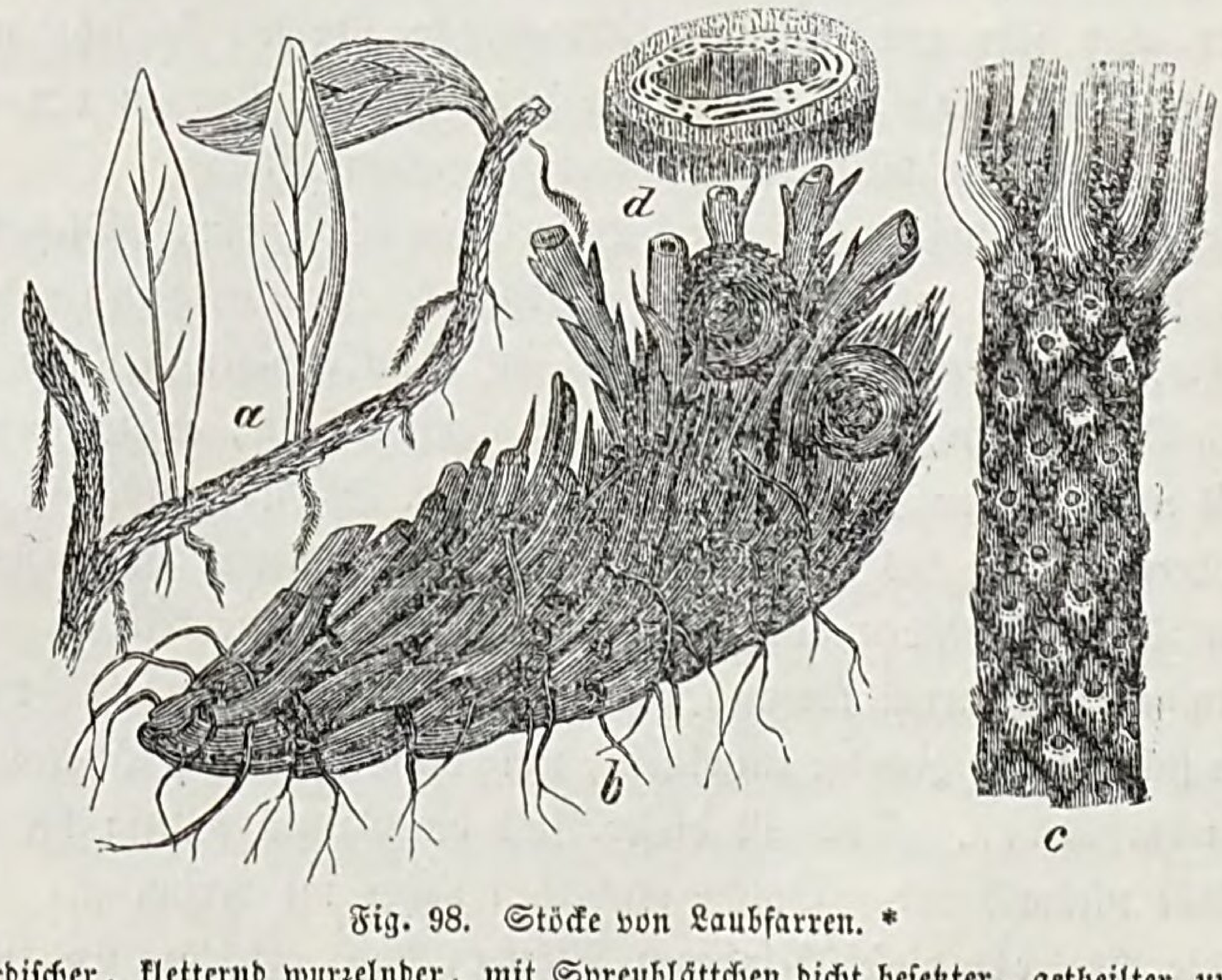


Fig. 98. Stöcke von Laubfarren. *

* *a* Oberirdischer, kletternd wurzelnder, mit Spreublättchen dicht besetzter, getheilter und blattähnliche Wedel tragender Stock vom kletternden Tüpfelfarren (**Polypodium adnascens**), 1/2 d. nat. Gr.; *b* ein Stock mit zahlreichen Ueberresten abgestorbener Wedel, vom gebräuchlichen Wurmfarren (**Aspidium filix mas**), 1/4 d. nat. Gr.; *c* der obere Theil der ostindischen Baumfarren (**Cyathea arborea**), 1/15 d. nat. Gr.; *d* ein Stück eines Baumfarren von den Antillen, bei welchem der ganze Stock mit einer dicken Lage durch einander gefilzter Wurzelfasern bedeckt ist; 1/6 der nat. Gr. Das Mark ist vergangen und der Gefäßbündelcylinder erscheint daher hohl.

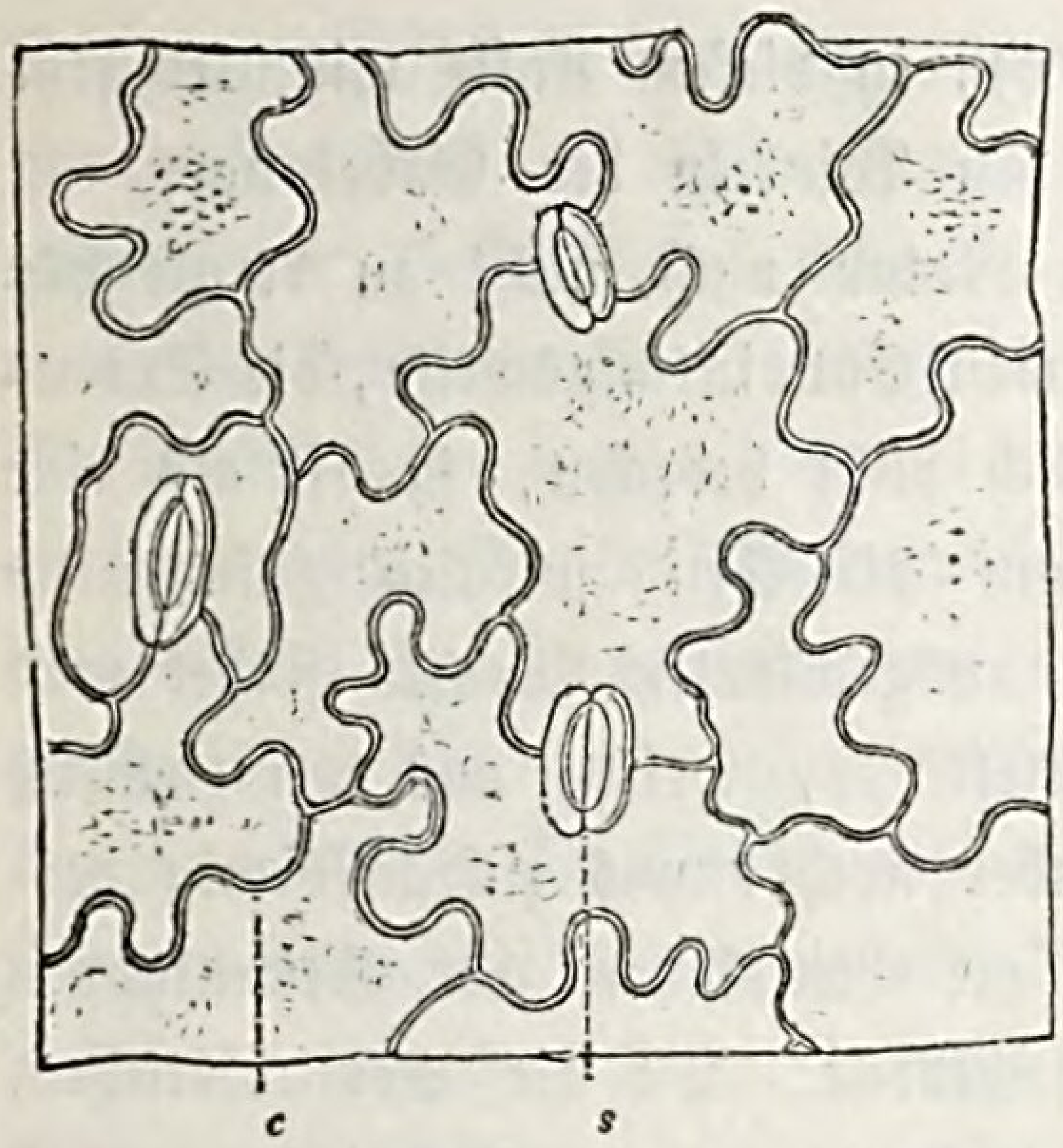


Fig. 99. Ein Stück Oberhaut von der Unterseite des Wedels des Adlerfarren (Pteris aquilina), 500fach vergrößert. *

* s Spaltöffnungen, deren jede von zwei kleinen hervorragenden, einfach gestalteten Zellen begrenzt ist; c Wandungen der Oberhautzellen, welche gewundene Linien darstellen.

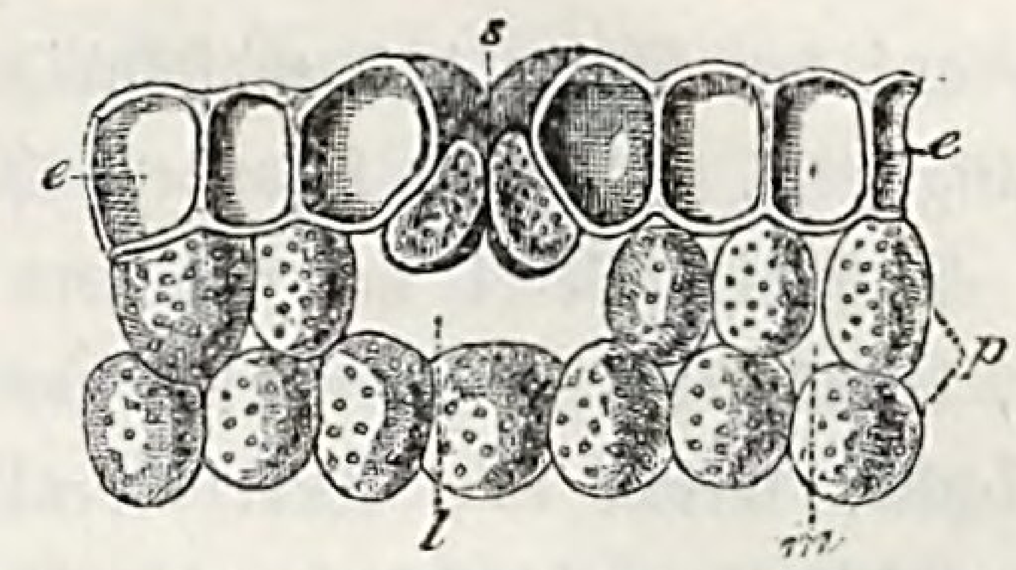


Fig. 100. Durchschnitt durch die Oberhaut eines Wedels mit einem Theile des inneren Parenchyms.*

* s Spaltöffnung; ee dichtgedrängte Zellen der Oberhaut; p Parenchymzellen mit Chlorophyllkörnchen; l Luftlücke unter der Oberhaut; m Lufträume zwischen den lockeren Parenchymzellen.

sehr eigenthümlich in einander gedrängter Zellen bekleidet, welche an der oberen (inneren) Blattfläche häufig aus mehrfachen Zellenlagen besteht. Die Oberhaut der Unterseite (Fig. 99) ist mit vielen sehr regelmäßigen Spaltöffnungen versehen, unter welchen sich Lufthöhlungen im Parenchym befinden (Fig. 100). Das innere Gewebe der Wedel besteht nur in einigen seltenen Gattungen aus einer einzigen Zellenschicht. In den meisten Farren findet man eine zweifache innere Zellenschicht, eine obere, aus kurz cylindrischen, gegen die Oberfläche senkrecht stehenden Zellen, und eine untere, aus lockerem, kugeligem oder schwammigem Parenchym gebildete. Die Zellen der inneren Schichten sind mit reichlichen Chlorophyllkügelchen, welche im Zellsafte schwimmen, grün gefärbt. Die in den Wedeln sich verästelnden Gefäßbündel bestehen aus Prosenchymzellen mit vielen punktirten (Tüpfel-) Gefäßen und Treppengefäßen, besonders aber kommen hier auch Spiralgefäße vor, deren innere spiralige Verdickungsleisten sich oft beim Zerreißen der Gefäße vollkommen herausziehen und abrollen lassen. Der stielartige untere Theil der Wedel, sowie die stielartigen Theile der Lappen enthalten unter einer theilweise mit Spaltöffnungen versehenen Oberhaut und einer Parenchymrinde starke, durch Parenchym verbundene Stränge von Gefäßbündeln, welche oft sehr charakteristische Gruppirungen zeigen und, wie die Gefäßbündel des Stockes, mit einer Schicht moderbrauner langgestreckter Zellen bekleidet sind. Dieselben sind es, welche bei unserem bekannten Adlerfarren auf dem Durchschnitte der Wedelstiele den schwarzen „doppelten Adler" darstellen. Ueber und unter den Gefäßbündeln der Wedel finden sich nicht selten Bündelchen von sehr langgestreckten und zähen Prosenchymzellen, welche ganz den Bastzellen vollkommenerer Pflanzen gleichen und auch mit diesem Namen belegt werden. Häufig erscheinen die Wedelstiele äußerlich grün, wenigstens so weit sie frei der Luft ausgesetzt sind; bei vielen Gattungen sind sie braun oder schwarz; so weit sie in der Moderschicht des Bodens verborgen sind, haben sie stets eine schwarzbraune Färbung.

Sehr häufig kommt es vor, daß sich einzelne Zellen oder Zellengruppen eines Wedels aus dem Verbande desselben trennen, Zellenhäufchen bilden, welche als ächte Knospen an diesen blattförmigen Zweigen zu betrachten sind, und welche später selbstständig, noch in äußerlicher Verbindung mit dem Wedel, zu einer neuen Pflanze heranwachsen. Solche mit Wurzeln und Spreublättchen, oft sogar schon mit jungen Wedeln versehene Brutpflänzchen stehen bald mitten auf der Fläche eines Wedels,

bald auf der Spitze des endständigen (Fig. 92, c), in diesem Falle mitunter sehr verlängerten, Lappens, besonders häufig aber in den Winkeln der Gabelungen.

Daß die Wedel mit Blättern ihrer wahren Natur nach nicht zu vergleichen sind, dieses beweisen, abgesehen von der entscheidenden Entwicklungsweise, die Spreublättchen, welche alle Wedel wenigstens anfänglich dicht bedecken, ja oft als eine bräunliche Spreuschicht sie ganz einhüllen, wenn dieselben spiralig zusammengerollt an das Tageslicht treten. Auch an ganz ausgebildeten Wedeln findet man bei manchen Farren wenigstens die scheinbare Mittelrippe, welche aus den ziemlich in dieselbe gerade Richtung gestreckten, meistens aber noch etwas zickzackförmig verlaufenden, stärkeren Gabelästen gebildet ist, sowie die Mitteladern der Seitenlappen mit Spreublättchen mehr oder weniger vollständig bedeckt. Da die Spreublättchen, mögen sie als Blättchen oder nur als Härchen auftreten, ihrer Entwicklung nach jedenfalls wirkliche Blätter sind, so könnten wir schon hieraus schließen, daß die Wedel nicht Blätter im botanischen Sinne sein können. Denn wir finden im ganzen Pflanzenreiche kein Beispiel von Blättern, auf welchen wieder Blätter, sei es von derselben oder von einer andern Form, ständen. Was, außer der Flächenausbreitung der Gefäßbündel und des zwischen denselben liegenden Parenchyms, die Verwechslung der Wedel mit Blättern herbeizuführen pflegt, das ist der Umstand, daß die Wedel, wie Blätter, stets eine ganz bestimmte Grenze der Vermehrung im Ganzen, wie in allen einzelnen Theilen deutlich zur Schau tragen. Nach der Ursache dieser Begrenzung zu fragen, scheint nach dem jetzigen Standpunkte unserer Kenntnisse noch nicht verstattet zu sein, ebenso wie uns dieselbe auch bei den Blättern, deren stets gleichbleibendes Maß der höchsten Entwicklung eine so merkwürdige Erscheinung ist, noch völlig räthselhaft bleibt.

Die Wedel der Laubfarren sind Zweige, welche in der Form und in den Funktionen ächten Blättern ähneln, in der Begrenzung des Wachsthums solchen sogar gleichen.

Die Substanzen der Wedel sind im Allgemeinen ziemlich dieselben, welche im Stocke enthalten sind. Die Stiele derselben sind mitunter eben so reich an Stärke, wie jener; so dienen diese Theile bei der schierlingsblätterigen Marathie (Marathia cicutæfolia) auf einigen Südseeinseln als Nahrungsmittel. Das eingeäscherte „Kraut" liefert reichliche Pottasche, ebenso wie der Stock. In Folge des Gehaltes an ätherischem Oele benutzen die Bewohner der Sandwichinseln das zerstoßene Laub einer dortigen Farrengattung, um dem Kokosnußöle einen lieblichen Duft zu ertheilen. —

Die Wedel, an welchen die Sporangienhäufchen sich entwickeln, haben bei sehr vielen Farren durchaus ganz die gleiche Form, wie die übrigen. Bei manchen Gattungen sind auch alle Wedel mehr oder weniger mit solchen Häufchen besetzt. Die Sporangienhäufchen (sori) werden entweder vereinzelt oder in zusammenhangenden Strichen längs der Gefäßbündel auf der Unterfläche, oder an den Endigungen derselben am Rande der Wedellappen gebildet. Letzterer Fall zeigt sich bei unserem gemeinen Adlerfarren, dessen Wedelläppchen theilweise längs der Unterseite ihres Randes eine ununterbrochene schmale Linie von Häufchen erzeugen (Fig. 101, a). Bei manchen Farren sind die Wedel, an welchen sich Häufchen entwickeln, sehr eigenthümlich gestaltet und scheinen auf den ersten Blick für ganz verschiedenartige

Organe gehalten werden zu müssen. Doch rührt diese scheinbare Verschiedenartigkeit nur daher, daß an diesen Wedeln das die Zwischenräume zwischen den letzten Gabelungen der Gefäßbündel füllende Parenchym nur sehr gering, oft fast gar nicht ausgebildet ist, so daß die Häufchen dann unmittelbar an den stielförmigen Gefäßbündelchen hangen, wobei obendrein ihre Entwicklung eine außerordentlich starke zu sein pflegt. So entsteht bald eine einfache Mittelrippe, an deren Seiten Reihen von Kapselchen, in diesem Falle von auffallender Größe, mitunter wie von Nadelknöpfchen, zweizeilig stehen, oder eine vielfach scheinästig gabeltheilige büschelige Rispe. Es kommt auch der Fall vor, daß ein einfacher blattähnlicher Wedel auf seinen beiden Flächen ganz mit Häufchen bedeckt ist und dadurch spreuig filzig erscheint. — Die einzelnen Häufchen haben entweder ihr eigenes vereinzeltes Schleierblättchen, dessen Form und Befestigung dann wieder sehr verschiedenartig sein kann, oder es ist für mehrere Häufchen ein gemeinsames, als durch randliche Verwachsung vieler gebildet zu betrachtendes, Hautleistchen vorhanden. Beim Adlerfarren zeigt dieses längs dem Rande der Wedellappen verlaufende Leistchen zahlreiche Spitzchen, welche die einzelnen Blättchen andeuten. Bald bleibt das Schleierchen bis zum Absterben des Wedels stehen, bald fällt es, wie die anderen Spreublättchen, frühzeitig ab; in einigen Fällen (Fig. 92, a) scheint es auch von vornherein zu fehlen. Alle diese Eigenthümlichkeiten werden benutzt, um die einzelnen Arten der Farren zu erkennen, da die Formenmannigfaltigkeit der Wedel sich oft jeder genügenden Beschreibung entzieht. — Die Häufchen stehen immer auf einer sich wärzchenartig erhebenden, mitunter ein

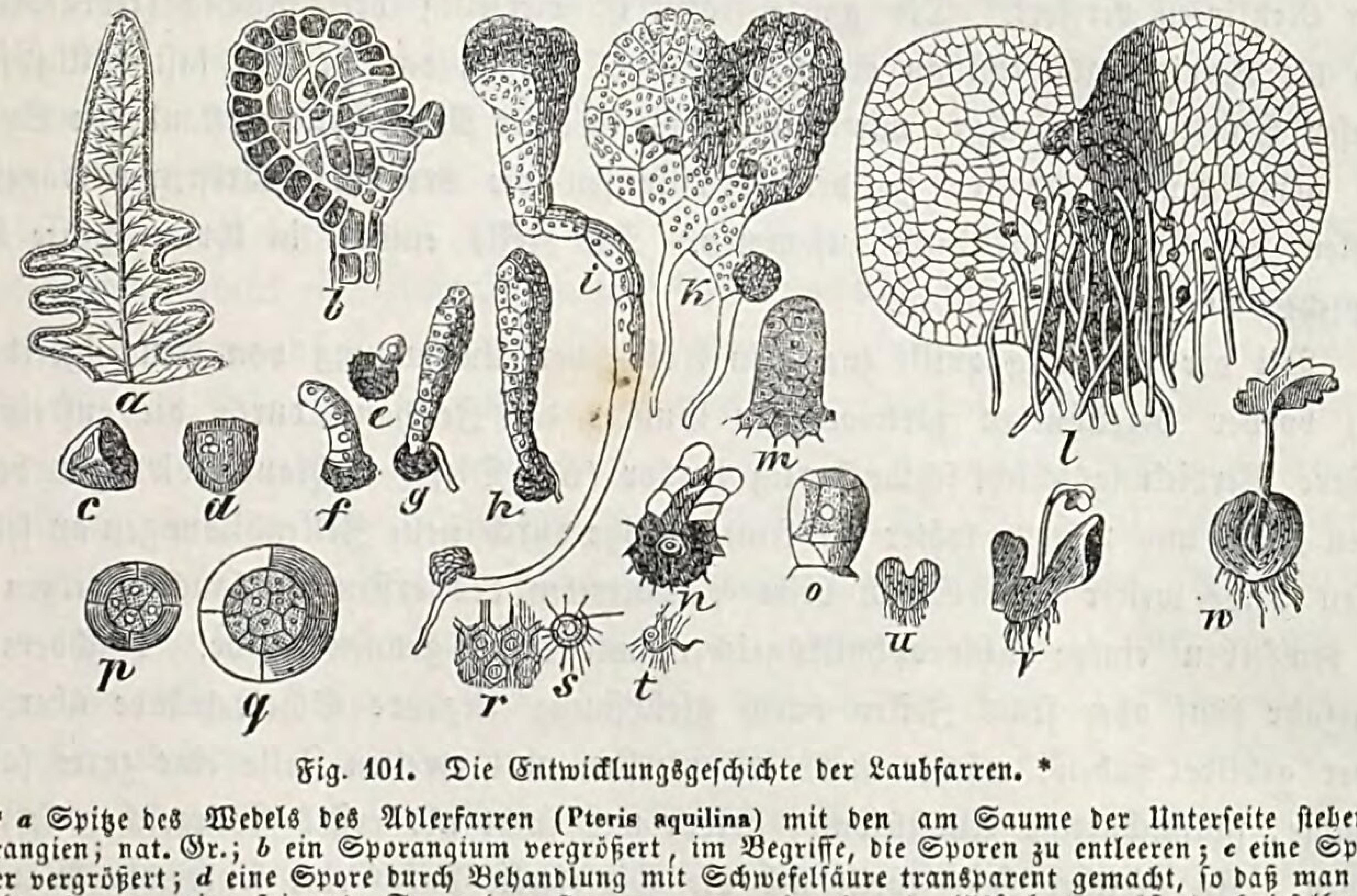


Fig. 101. Die Entwicklungsgeschichte der Laubfarren. *

* *a* Spitze des Wedels des Adlerfarren (**Pteris aquilina**) mit den am Saume der Unterseite stehenden Sporangien; nat. Gr.; *b* ein Sporangium vergrößert, im Begriffe, die Sporen zu entleeren; *c* eine Spore, stärker vergrößert; *d* eine Spore durch Behandlung mit Schwefelsäure transparent gemacht, so daß man den Inhalt erkennt; *e* eine keimende Spore (von **Gymnogramme calomelanos**), 150fach vergrößert; *f* dieselbe mit sechs Zellen, ebenso; *g* dieselbe nach begonnener seitlicher Zellentheilung und Bildung des ersten Würzelchens, 100fach vergrößert; *h* dieselbe in einem etwas anderen Zustande; *i* blattförmig sich ausbreitender Vorkeim von nördlichen Streifenfarren (**Asplenium septemtrionale**); *k* Vorkeim vom Adlerfarren, gebildet aus der Spore *c*, *d*, 50fach vergrößert; man bemerkt an demselben einige Zellenwärzchen, welche Antheridien sind; *l* ausgebildelter Vorkeim des Adlerfarren mit vielen Wurzelzellen, zwischen denen zahlreiche Antheridien stehen, und mit vier Archegonien in der Nähe des Einschnittes (bei *u* derselbe Vorkeim in nat. Größe); *m* ein Archegonium, 150fach vergößert (von **Asplenium septemtrionale**); *n* ein befruchtetes Archegonium im Längsdurchschnitte, um die Röhre desselben und die befruchtete Basalzelle am Grunde desselben zu zeigen, 150fach vergrößert (von **Pteris serrulata**); *o* Seitenansicht einer junger Antheridie, deren Gipfelzelle sich noch nicht getheilt hat, 150fach vergrößert; *p* Querdurchschnitt eines halbreifen Antheridium, um den Inhalt zu zeigen, 300fach vergrößert; *q* ebenso in etwas weiter ausgebildetem Zustande, ebenso vergrößert; *r* einige Zellen von dem Inhalte einer reifen Antheridie (von **Gymnogramme calomelanos**), 300fach vergrößert; *s* Spermazelle aus diesen Zellen, durch Jodlösung zum Stillliegen gebracht, 300fach vergrößert; *t* dieselbe halb entrollt; man sieht deutlich die Wimperfäden; *u* der Vorkeim (*l*) in nat. Gr.; *v* ein Vorkeim mit einem kleinen Wedel, welcher aus einem Archegonium hervorgebrochen ist; *w* ein solcher mehr entwickelt.

ziemlich langgezogenes Stielchen darstellenden Zellgewebsmasse. Die Sporangien entwickeln sich an dieser so, daß je eine Zelle sich ein wenig hervorhebt und dann durch eine Scheidewand in eine untere und obere Zelle theilt. Von diesen wird die untere röhrenförmig, die obere kugelig. Beide Zellen vermehren sich sodann, die untere zu einigen Zellenreihen, welche den Stiel der Kapsel bilden, die obere zu einem Zellenhäufchen, in dessen Mitte einige Zellen sich stärker entwickeln und Sporenmutterzellen werden. Die durch zweifache Tochterzellenbildung in ihnen zu vieren sich erzeugenden Sporen erreichen eine sehr kräftige Beschaffenheit, während gleichzeitig die Mutterzellenwandungen ganz verschwinden und wahrscheinlich aufgelöst zur stärkeren Ernährung der Sporen selbst verbraucht werden. Die Kapsel besitzt meistens einen deutlichen Ring dickerer Zellen (Fig. 101, b), doch fehlt ein solcher mitunter oder ist undeutlich. — Bei denjenigen Farren, deren fruchtbare Wedel ganz der blattartigen Parenchymausbreitungen entbehren, ist die Entstehung der Sporangien etwas anders, indem solche bei diesen innerhalb des, die stielartigen Gefäßbündel bekleidenden Parenchyms sich ausbilden und letzteres dadurch kugelig emportreiben, so daß daher die auffallend großen Kapselchen dieser Farren (z. B. der Ophioglosseæ und Osmundaceæ) zu erklären sind.

Die Sporen (Fig. 101, c d) welche durch einen Riß aus dem trocknenden reifen Sporangium entleert werden, sind einfache Zellen, mit einer sehr dicken getrockneten Schleimlage, der sogenannten Verdickungsschicht, äußerlich umhüllt und durch die ungleiche Dicke derselben mit Wärzchen, Stachelhöckerchen und Falten oder Netzlinien verziert. Die ganze Form ist vierseitig dreieckflächig (tedraedrisch), und die Verdickungsschicht an einem Punkte so gering, daß sie dort fast völlig fehlt. Dieser Punkt ist derjenige, mit welchem die in einer Mutterzelle entstandenen Sporen sich gemeinsam berühren; zu denselben laufen die drei am stärksten vorragenden Leisten der Verdickungsschicht zusammen. Die Zelle enthält in ihrem Safte Oeltröpfchen und Stärkekörnchen.

Bei der Keimung quillt zuerst in Folge der Auffaugung von Feuchtigkeit aus dem vorher bezeichneten zartwandigen Punkte die Zellhaut durch die aufreißende äußere Verdickungsschicht schlauchartig hervor (e). Dieser Schlauch wird zur besonderen Zelle und wächst später an seiner Spitze durch neue Zellenbildungen an seinem freien Ende weiter (f). Gleich beim Hervortreten des ersten Schlauches zeigen sich in demselben einige Chlorophyllkügelchen mit ihrer grünen Farbe. Nachdem sich ungefähr fünf oder sechs Zellen durch gleichsinnig liegende Scheidewände über einander gebildet haben, wächst aus der untersten oder zweiten Zelle eine zarte fadenförmige, schlauchartige Ausstülpung hervor und sucht als erstes Würzelchen (g) den Boden. Zu gleicher Zeit theilt sich die Gipfelzelle durch eine senkrechte Wand in zwei seitliche Zellen. Diese beiden Gipfelzellen theilen sich wieder mehrfach in dem ersten Sinne, so daß eine Doppelreihe gebildet wird, und die Zellen dieser Doppelreihe theilen sich wieder seitlich, besonders die den beiden Gipfelzellen zunächst benachbarten Paare (h). So wird eine blattartige Zellenschicht gebildet. Sodann theilen sich auch die beiden Gipfelzellen, aber durch schiefe, rechts und links geneigte Wände (i). Die Zellenvermehrung wird nun besonders in den beiden äußeren der auf diese Weise gebildeten vier Gipfelzellen mit abwechselnd gegen links und rechts geneigten Scheidewänden lebhaft fortgesetzt, und das Blättchen erhält dadurch eine

zweilappige herzförmige Gestalt (k). Die Gipfelzellen befinden sich immer in dem Einschnitte zwischen den beiden Lappen. Das auf diese Weise aus der Spore entstandene blattförmige Pflänzchen ist der Vorkeim des Laubfarren (l und u). Viele Zellen desselben verlängern sich auf der Unterseite, so daß sie schlauchähnlich aus der Fläche hervorragen, und werden zu haarfeinen Würzelchen, durch welche der Vorkeim sich ernährt. Alle Zellen dieses letzteren sind reichlich mit Chlorophyllkörnchen gefüllt und das Ganze erscheint daher grün gefärbt; man bemerkt in ihnen meistens sehr deutliche Zellenkerne.

Ganz abweichend von allen anderen Pflanzen erzeugt der Vorkeim der Laubfarren an sich Organe, welche mit größerem oder geringerem Rechte Antheridien und Sporangien genannt zu werden verdienen, von denen jedoch die letzteren nicht Sporen in sich ausbilden, sondern eine Zelle, aus welcher sodann ein wirklicher neuer Farrenstock entspringt. Wir wollen für erstere die Benennung von Antheridien beibehalten, für letztere dagegen den Namen Archegonien oder Keimbehälter wählen, welcher sonst auch wohl mit dem Worte Sporangien gleichbedeutend gebraucht wird.

Einzelne Zellen des Vorkeims wölben sich an der Unterseite halbkugelig nach Außen. Die vorragende Wölbung wird bald durch eine Querwand vom ursprünglichen Zellenraume abgeschieden; er wird zur Anfangszelle einer Antheridie. In dieser Zelle nämlich tritt nach ein- oder mehrmaliger Theilung durch gleichsinnige Querwände in der Gipfelzelle eine Theilung durch eine schiefe Längswand auf, welche sich sogleich in derselben Zelle durch eine entgegengesetzt geneigte Wand wiederholt. Die hiedurch von der Gipfelzelle abgeschiedenen beiden nächst unteren Zellen theilen sich aldann durch Längswände, welche ihre gemeinsame Scheidewand kreuzen. So ist ein Zellenhäufchen gebildet (o), welches an seinem Grunde eine oder zwei einfache Zellen, auf der oberen von diesen dann vier zusammenstehende und auf deren gemeinsamem Gipfel eine einfache Zelle besitzt. Inmitten der vier zusammenstehenden Zellen zeigt sich darauf eine einzelne Zelle, indem in einer derselben sich eine Scheidewand bildet. Alle Zellen enthalten deutliche Cytoblasten. Die zuletzt gebildete, ganz von den anderen Zellen umschlossene Centralzelle erscheint vor ihrer weiteren Ausbildung vierseitig und ist mit körneliger Masse erfüllt. Sie dehnt sich beträchtlich aus, während die umgebenden Zellen sich dadurch tafelförmig auf ihr abplatten, und verwandelt sich durch eine Reihenfolge von Zweitheilungen in eine kugelförmige Gruppe würfeliger Zellen (p und q). Die umhüllenden Zellen werden dabei nicht allein so auseinander gedehnt und dabei abgeplattet, daß der äußere Theil ihrer Wandung den inneren fast berührt, sondern sie verlieren auch alle dichteren Bestandtheile ihres Inhaltes und werden gänzlich wasserklar. In jeder der kleinen Würfelzellen dagegen entsteht innerhalb des Zellenkerns (welcher hier deutlich als ein Bläschen, „Kernbläschen,“ erscheint) eine platt fadenförmige, in einigen wenigen Spiralwindungen zusammengerollte Spermazelle. Somit sind also die so eben beschriebenen Organe als Antheridien zu betrachten. Dieselben stehen besonders am älteren Theile des Vorkeimes zwischen den Wurzelhaaren in ziemlicher Anzahl ganz regellos verstreut. Gegen die Zeit der Reife der Antheridien lösen sich die Wandungen der in ihnen enthaltenen Würfelzellchen auf und verflüssigen sich, während die Kernbläschen, die nun frei in der mit körnigem Schleime gefüllten Höhlung

liegen, von den sieben die Wand der Antheridie bildenden platten Zellen umgeben, noch deutlich wahrnehmbar bleiben. Tritt jetzt reichliche Feuchtigkeit an die Antheridie, so schwillt ihr Inhalt auf; die flach zusammengedrückte Zelle des Scheitels reißt in der Mitte sternförmig ein; die Kernbläschen, welche die Spermazellen umhüllen (Fig. 101, r), quellen aus den Spalten hervor. Sind die Spermazellen völlig ausgebildet und reif, so beginnen die Bläschen, in welchen sie enthalten sind, bald nach dem Hervortreten aus der Antheridie, im Wasser liegend, eine drehende Bewegung, welche, wie es scheint, durch die lebhafte Einsaugung abseiten des bereits hervortretenden dickeren Endes der Spermazelle hervorgerufen wird. Bald darauf reißt das Bläschen weitklaffend auf, und die befreite Spermazelle schießt in schnellster Bewegung davon. Dieselbe (s und t) ist am dickeren Ende mit zahlreichen, äußerst zarten Wimpern besetzt, welche während der korkzieherartig kreisenden Bewegung lebhafte Schwingungen zeigen.

Die Bildung von Antheridien am Vorkeime der Farren geht nicht auf einmal vor sich, sondern es vermehrt sich die Zahl derselben nach und nach. Während dessen bilden sich auch die Archegonien oder Keimbehälter, diese aber am jüngeren Theile des Vorkeimes nahe hinter den im Einschnitte des herzförmigen Vorkeimes liegenden Scheitelzellen. In dieser Gegend theilen sich einige Zellen durch eine in der Fläche des Vorkeimes liegende Scheidewand, und die dadurch abgetheilte untere Zelle theilt sich noch mehrere (2 bis 3) Male in gleichem Sinne. So entsteht auf der Unterfläche des Vorkeimes eine Anzahl flacher zelliger Polsterchen, deren Zellen sehr deutliche Zellenkerne enthalten, sich aber durch farblosen körneligen Schleiminhalt von den mit reichlichem Chlorophyll und kleinen undeutlicheren Cytoblasten versehenen Nachbarzellen unterscheiden. Die Gipfelzelle eines solchen Polsterchens theilt sich durch eine schiefe Wand, die größere, über dieser Wand bleibende Tochterzelle theilt sich durch eine ähnlich aber gerade entgegengesetzt geneigte Wand. Ein solcher Wechsel folgt nun in der nach unten zweiflächig nach Art eines Keiles zugeschärften Gipfelzelle noch sechs bis zehnmal, und damit endigt das Längenwachsthum des werdenden Sporangiums. Die unterhalb der Gipfelzelle zweizeilig stehenden Zellen theilen sich nun durch Scheidewände, welche rechtwinklig gegen die beiden Zellenreihen gemeinsamen Scheidewände gerichtet sind. So steht dann die Gipfelzelle über einer vierzeilig aufgebauten Zellengruppe (Fig. 101, m). Von den Zellen dieser Gruppe bekommt nun eine jede eine senkrechte, diagonal gerichtete Scheidewand, welche den der Mittelachse des ganzen Organes, in welcher alle vier Zellenreihen zusammentreffen, zunächst angrenzenden Theil absondern. Die äußeren vierzähligen Zellen erscheinen nun mit der Gipfelzelle als Wandung des Archegonium, während die inneren, ebenfalls (wenigstens meistens) vierzähligen Zellen den Inhalt bilden. Aber diese Inhaltszellen gestalten sich durch Verflüssigung ihrer Scheidewände zu einer gemeinsamen röhrenförmigen Höhlung, deren schleimiger Inhalt zu einer wurmförmig zusammentrocknenden Masse gerinnt. Zu gleicher Zeit öffnet sich der Gipfel des Archegonium an einem Punkte, indem die Zellen der Wandung dort auseinander weichen (n). Indessen hat sich in der den Grund des ganzen Organes bildenden Zelle (Basalzelle) um den in derselben schwimmenden Cytoblasten eine kugelige Tochterzelle entwickelt. Das Zellgewebe des Vorkeimes rings um die Basalzelle herum ist durch Scheidewandbildungen zu einer Schicht

kleiner dicht zusammengedrängter und den unteren Theil der Basalzelle umhüllender, mit körnigem Schleime gefüllter Zellchen geworden. Die in der Basalzelle entwickelte kugelige Tochterzelle (Keimzelle) wird der Anfang eines neuen Farrenstockes.

An einem Vorkeime (l) befinden sich immer viel wenigere Archegonien, als Antheridien vorhanden sind. Der ersteren sind nie mehr als sechs bis acht, und selbst von diesen verkümmern die meisten, indem, die seltensten Ausnahmen abgerechnet, nur ein einziges aus sich einen neuen Stock hervorbringt. Ja bei den meisten Vorkeimen kommt es überall nie zu einem solchen Erfolge; man kann rechnen, daß kaum einer von zehn Vorkeimen einen neuen Farrenstock erzeugt. Die übrigen sterben aber keineswegs sogleich ab, sondern bei mäßiger Wärme, Feuchtigkeit und nöthigem geringem Lichte entwickeln sie sich selbstständig mehrere Jahre lang fort und bekommen nicht selten junge Brutsprossen am Rande, indem sich dort einzelne Zellen zu neuen Vorkeimen entwickeln und dann oft von dem Mutterpflänzchen trennen. Diese neuen Vorkeime sind entweder ganz unfruchtbar, oder tragen doch nur Antheridien.

Vielfache Beobachtungen haben zu der bestimmten Ansicht geführt, daß Spermazellen aus den Antheridien auf die Mündung der in den Archegonien gebildeten Röhre gelangen und daß sie, oder wenigstens ihr Inhalt, zur Basalzelle hinabgelangen und hier diese und die in derselben sich bildende Keimzelle befruchten und dadurch zur Hervorbringung eines neuen Farrenstockes befähigen. Man hat unter dem Mikroskope solche Spermazellen bis an den bezeichneten Ort gelangen sehen. Was aber in dem Wassertröpfchen, in welchem wir die zarten Gegenstände der mikroskopischen Beobachtung zu unterwerfen pflegen, geschieht, das kann in der Natur ebensowohl geschehen. An der Unterseite der Vorkeime fehlen selten zahlreiche Thauperlen, und häufig ist der ganze Raum zwischen derselben und dem Boden mit Wasser gefüllt. Hier kann der Inhalt der Antheridien, dessen Spermazellen zahllos sind, sein Ziel kaum verfehlen.

Die Keimzelle in der Basalzelle des Archegonium verdient nicht den Namen einer Spore, denn sie ist weder in solcher Weise gebildet, wie, nach allen bisher betrachteten Beispielen, andere Sporen sich entwickeln, noch trennt sie sich als eine Samenzelle aus dem Sporangium. Ja, dieses ganze letztere Organ kann mit einem Sporangium nur mit scheinbarem Rechte, gleichsam nur zum Gegensatze gegen die Antheridien, verglichen werden. Das Eigenthümliche bei den Farren bleibt immer der wichtige Umstand, daß die Sporen aus den an den Wedeln erzeugten Kapselchen ohne die Möglichkeit einer Einwirkung von Antheridien gebildet werden und fähig sind, sich zu entwickeln, aber nur sich zu entwickeln zu blattartigen Vorkeimchen, deren Form manchmal fast an Marchantien erinnern sollte; daß dagegen die Vorkeime innerhalb besonderer Behälter, der Archegonien, eine Keimzelle erzeugen, welche sich (dieses ist trotz der Mangelhaftigkeit der Beobachtungen ganz gewiß) ohne Vorhandensein und somit wohl unzweifelhaft ohne Einwirkung der mit Spermazellen gefüllten Antheridien nicht entwickeln können, welche auch meistens unentwickelt bleiben, dagegen unter günstigen Umständen der Anfang einer neuen wahren Farrenpflanze werden. Vorkeim und Pflanze, jener mit Geschlechtsverschiedenheit eigenthümlicher Organe, diese ohne solche Verschiedenheit, in abwechselnden Generationen auf einander folgend — dieser Wechsel muß in hohem Grade erinnern an die wechselnden Generationen und Ammenformen gewisser Thiere (Seite 521, 540).

Die Keimzelle in der Basalzelle des Archegonium entwickelt sich, ohne daß zuvor die Basalzelle aufgelöst worden wäre. Dieselbe theilt sich durch eine schiefe Scheidewand, und der größere, dem Grunde des Archegonium zugewandte Theil erleidet eine ähnliche, aber mit entgegengesetzter Neigung der neuen Scheidewand vor sich gehende Theilung. So entsteht eine zweiflächig keilförmig zugeschärfte Gipfelzelle, welche der röhrenartigen Oeffnung des von der Unterfläche des Vorkeims niederhangenden Archegonium entgegengesetzt, also dem Zellgewebe des Vorkeimblattes zugewandt ist. Durch Bildung von radialen (d. h. vom Centrum der Keimzelle zum Umfange gerichteten) Scheidewänden vermehren sich die beiden anderen Zellen, und so ist der Keim in einen kugeligen oder eiförmigen, wenig zelligen Körper, die Knospe, verwandelt, welcher frei in der Basalzelle liegt und aus dieser herausgelöst werden kann. Dieses Zellenhäufchen nimmt eine ziemlich platte und breite Form an, und aus einer Zelle seines Umfanges, welche dem Einschnitte des herzförmigen Vorkeimblattes zugewandt ist, entwickelt sich sodann der erste Wedel. Zuerst entsteht durch fortwährende Bildung abwechselnd gegen die Ebene des Vorkeimblattes geneigter Scheidewände ein kegelförmiges Wärzchen. Die Gipfelzelle desselben, welche zweiflächig, keilförmig zugeschärft, auf ihrem Gipfel aber flach abgerundet ist, theilt sich immer in dieser Weise fort, ganz wie bei dem fortwachsenden Moosstengel. Und eben so, wie bei jenem, theilen sich die zweizähligen, nächst benachbarten Zellen zunächst durch radiale gegen die ersten Scheidewände senkrecht stehende Scheidewände, so daß vier in der Achse zusammentreffende Zellen entstehen. Jede dieser vier Zellen theilt sich durch eine neue Scheidewand, welche ihrer Außenfläche gleichläufig (parallel) ist, in eine innere und eine äußere Zelle. Diese letzteren äußeren Zellen theilen sich wieder durch eine radiale und dann durch eine gegen diese und gegen die Achse rechtwinklige Wand in eine obere und eine untere. So sind die inneren Zellen, welche die Achse zunächst umgeben, dann doppelt so lang, als die Zellen der äußeren Schicht — und dieses ist die erste Andeutung der Bildung eines der Achse entsprechenden Bündels langgestreckter Zellen, eines Prosenchymzellenbündels, eines Gefäßbündels, welches dem ersten Wedel niemals fehlt. Diese inneren Zellen theilen sich durch radiale Wände und werden dadurch röhrenartig eng u. s. w. Die äußeren Zellen fahren fort, sich bald durch radiale, bald durch tangentiale (d. h. dem Umfange des jungen Pflänzchens entsprechende) Scheidewände zu theilen, und dadurch wächst der Wedel in die Dicke, während am Gipfel die ganze beschriebene Reihe der Theilungen immerwährend und unausgesetzt neu beginnt, so daß man an den verschiedenen Schichten der Zellen, vom Gipfel rückwärts gehend, den ganzen Gang der Entwicklung in allen seinen einzelnen Stadien übersehen kann.

Das Längenwachsthum des ersten Wedels ist sehr lebhaft; er dehnt die ihn umgebenden Zellen des Vorkeimes gewaltig aus, bis das Gewebe derselben zerreißt und ihm den Austritt verstattet. Nun krümmt der erste Wedel, das Licht suchend, sich aufwärts; er tritt aus dem Herzeinschnitte des Vorkeimes hervor (Fig. 101, v und w). Kurz vorher begann sein Gipfel sich stark zu verbreitern und am Rande vier Lappen zu bilden. Diese einfache Form zeigt der Wedel aller Laubfarren, auch derjenigen, welche später die vielfachsten Theilungen besitzen. Bei einigen ist er sogar anfänglich noch einfacher, einlappig ungetheilt oder ungleich zweitheilig, wie z. B. beim Engelsüßfarren, wo beiderlei Formen nicht selten gefunden werden.

Unmittelbar nach dem Hervorsprossen des ersten Wedels aus dem eiförmigen Keime der jungen Pflanze entspringt auf dessen entgegengesetzter Seite die erste Wurzel. Mit jedem neuen Wedel folgt sodann eine fernere Wurzel. —

Sobald der erste Wedel einen bestimmten Grad der Längenentwicklung erreicht hat, beginnt in derjenigen Zelle, welche dem Ursprunge desselben zunächst angrenzt und welche am tiefsten eingesenkt liegt, zwischen diesem und dem stumpf abgerundeten Gipfel des Keimes eine lebhafte Zellenvermehrung ganz nach ähnlicher Regel, wie bei der Bildung des Wedels selbst. Es entsteht eine Zellenmasse in Form eines flachen, stumpfen Kegels. Dieses ist die Fortbildung des eigentlichen Stockes. Bei den einen Farren zeigt dieser Kegel sich schon während der Wedel noch sehr gering ist, bei anderen erst, nachdem derselbe seiner vollen Ausbildung nahe gekommen ist. Kaum aber hat der Stock begonnen, sich seiner zukünftigen Hauptachse nach auszudehnen, als schon eine der Zellen seines Umfanges ganz nahe unterhalb seines Gipfels wieder einen zweiten Wedel zu erzeugen anfängt. Die Wedel folgen bei einigen Gattungen so schnell auf einander, daß man Mühe hat, zwischen denselben den kegelförmigen Gipfelsproß des Stockes selbst aufzufinden, und so erscheint dann der Stock wie ein Gebilde, welches nur aus den zusammengewachsenen Wedelstielen selbst bestände. In anderen Fällen ist der Gipfelsproß wohl einen Zoll lang über den Punkt hinaus verlängert, an welchem ein neuer Wedel entspringen soll, bevor dieser sich zu entwickeln beginnt. Immer stehen die Wedel anfänglich noch näher beisammen, als dieses bei ihrer Ausbildung der Fall ist, da die Achse des Stockes sich noch während ihrer Entwicklung verlängert. Die fortsprossende Spitze des Stockes ist immer dicht mit Spreublättchen besetzt. — Gleichzeitig mit dem Entstehen jedes neuen Wedels wird genau unter seiner Ursprungsstelle im Innern des Stockes eine neue Wurzel entwickelt, welche aber erst etwas später aus demselben hervorbricht. Auch die Wurzelbildung geht von einer Zelle aus und erscheint anfangs als ein kegelförmiges Zellenhäufchen. Die Entwicklung dieses Organs unterscheidet sich aber eigenthümlich von der Entwicklung des Stockes und der Wedel, indem die Zellenbildung hier nicht durch Theilung einer an der Spitze befindlichen Zelle vor sich geht. Die Zelle, von welcher die Wurzelbildung ausgeht, theilt sich durch abwechselnd nach oben und nach unten gewölbte Scheidewände und bildet somit nicht bloß hinter sich, sondern auch vor sich her stets neue Zellen, welche sich sodann in verschiedenen Richtungen weiter theilen. Auf diese Weise kommt es, daß der Ausgangspunkt der Zellenvermehrung, der **Vegetationspunkt** (punctum vegetationis), bei der Wurzel nicht an der Spitze derselben, sondern stets etwas von dieser rückwärts in dem Gewebe des Organes zu suchen ist. Doch sind die vor diesem Punkte gleichsam vorausgeschobenen Zellenschichten locker und lösen sich, sowie neue Schichten gebildet werden, allmählig äußerlich ab, wodurch die Entfernung des Vegetationspunktes von der Spitze der Wurzel immer ziemlich gleich bleibend erhalten wird. Die Zelle im Innern des Stockes, von welcher die Bildung einer Wurzel ausgeht, steht jedenfalls mit der Ursprungszelle eines Wedels in einem regelmäßigen, jedoch noch nicht genügend gekannten, Zusammenhange. Das Zellgewebe der Wurzel drängt sich mitten durch das Zellgewebe des Stockes hindurch und kann auf einem Durchschnitte des letzteren oft deutlich erkannt werden. Nur bei den Farren im weitesten Sinne ist die Entwicklungsweise der Wurzel eine solche, wie sie hier beschrieben ist.

Bei manchen Farren entspringen aus dem Zellgewebe des unteren Theiles der Wedelstiele kleine Wurzelzasern, welche jedoch nie eine beträchtliche Ausbildung erlangen.

Die sich entwickelnden Wedel erzeugen frühzeitig auf ihrem Umfange, besonders aber auf ihrer Rückenseite, eine dichte Menge von Spreublättchen, von welchen dieselben oft ganz spreuig filzig erscheinen. Nur bei den wenigsten Farren bleiben diese Blättchen an den aus der Erde hervorragenden Theilen der Wedel unversehrt; besonders auf den blattartig ausgebreiteten Lappen fallen sie frühzeitig ab; der Adlerfarren liefert ein Beispiel eines Wedels, bei welchem sich selbst die stielartigen Theile frühzeitig so völlig säubern, daß sie wie polirt erscheinen. Dagegen dem gebräuchlichen Milzfarren (Gymnogramme Ceterach) bleibt beständig auf der ganzen Unterseite der vollkommen blattartigen, langlanzenförmigen, von beiden Seiten nur einfach tief eingeschnittenen Wedel eine dichte Bedeckung schuppenartig übereinander greifender deutlicher Blättchen.

* * *

Um die Organisation der Laubfarren richtig zu würdigen, ist es nothwendig, auf das Verhältniß Rücksicht zu nehmen, in welchem diese merkwürdige Klasse zur übrigen Pflanzenwelt steht. Wir finden charakteristische Merkmale bei den Laubfarren vereinigt, welche theils an die Unvollkommenheit der vor ihnen betrachteten Klassen, theils dagegen wieder an die Vollkommenheit derjenigen Pflanzen erinnern, welche wir als die Träger der höchsten Entwicklung des vegetabilischen Lebens ansehen dürfen. Einerseits die geringe Ausbildung der Blätter, welche von den Blättern vieler Moose weit übertroffen werden, nicht allein an Größe, sondern an Mannigfaltigkeit des Gewebes; andererseits dagegen die mitunter so mächtige Entwicklung des Stockes, die Vollkommenheit der Gefäßbündel und deren eigenthümliche Anordnung im Innern desselben, welche wenigstens in einer rohen Vorzeichnung dasselbe darstellt, was die Stämme der höchstorganisirten Pflanzen wiederholen. Ein begrenztes Wachsthum der Wedel, wie es die Zweige mancher Nadelhölzer ganz ähnlich verrathen, und die eingerollte Lage derselben vor ihrer völligen Ausbildung, wie bei den Cycadeen, und dabei die blattähnliche Form und die zu den Funktionen eines wahren Laubblattes stimmende Organisation derselben, verbunden sogar mit einer höchst eigenthümlichen Sporenbildung. Das Fortwachsen des Stockes auf eine Gipfelknospe beschränkt, wie bei den Palmen, und die vielfache Zertheilung der Wedel an die Verästelungen der Laubholzbäume erinnernd, ja die Verästelung der Gefäßbündel und die Zertheilung des Parenchyms in den Wedellappen wie bei den Blättern der vollkommensten Doldenpflanzen, und dabei das Absterben des Stockes an den älteren Theilen, wie bei den Moosen. Die vorläufige Entwicklung der Sporenzelle zu einer unvollkommenen Pflanze, welche entfernt der Bildung des ächten Samens der Samenpflanzen vergleichbar scheint, während andererseits die Lostrennung der Spore von der Mutterpflanze vor dieser Entwicklung ganz an die Moose erinnert. Dann die Keimfähigkeit der Spore ohne vorhergegangene Befruchtung, wie bei den Algen, und die Entwicklung von Befruchtungs- und Fortpflanzungsorganen an den Vorkeimen, wie an selbstständigen moosartigen Gewächsen. Keine Blüthe, kein wahrer Same und dabei eine Entfaltung des Wuchses, daß keine andere blüthen- und samenlose Pflanzenklasse etwas Aehnliches aufweist.

Die Laubfarren sind die Bäume der Urwelt. Während der Bildung des Uebergangsgebirges existirten nur Tange und andere Pflanzen der niedrigsten Klassen. Zur Zeit der Steinkohlenperiode erschien eine riesige Pflanzenwelt, von deren Ueppigkeit und langer Dauer man nur dann sich eine Vorstellung zu machen im Stande ist, wenn man berücksichtigt, daß bei der Umwandlung der Pflanzenmasse in Steinkohle eine 27fache Verminderung der Masse erfolgt sein muß. Welch eine Dicke müssen die Stöcke der Lycopodiaceen und Farren gehabt haben, deren Ueberreste uns noch jetzt baumartig erscheinen! Und berechnet man, daß die üppigste Vegetation der tropischen Gegenden in einem Jahrhunderte kaum die nöthige Pflanzenmasse erzeugt, welche zur Bildung einer 9 Zoll dicken Steinkohlenschicht genügen würde, so würden zur Bildung einer zahlreichen Reihenfolge mit Sandsteinlagen abwechselnder Steinkohlenschichten, wie man sie in vielen Gegenden antrifft, und deren jede einzelne oft mehrere Fuße, ja bisweilen über 50 Fuß, in der Dicke beträgt, selbst unter diesen günstigsten Verhältnissen, wie sie in Europa wohl nie existirten, Hunderttausende von Jahren erforderlich gewesen sein. Unbekannte Moostange, deren Organisation wir vielleicht nie aus ihren Spuren zu entziffern im Stande sein werden, erzeugten durch die Ueppigkeit ihrer Vegetation in jener äonenlangen Periode die ungeheuren Niederlagen modernder vegetabilischer Substanzen, deren Ueberreste, die wichtigsten Steinkohlenschichten, jetzt der Menschenwelt eine so reiche Wohlthat darbieten; Zapfenmoose ragten mit ihren stumpfen Gabelästen in starren Gestalten vom Boden empor. Ueber diesem niederen Pflanzenwuchse aber wiegten sich auf stolzer Säule die malerisch beweglichen, fiederigen Wedelbüschel der Baumfarren. Nur seltsame Zapfenfarren und vereinzelte Zapfenbäume (Nadelgewächse) waren ihre Gesellschafter. Man findet diese Klassen von Bäumen ausschließlich bis zur Oolithformation; erst in dieser erscheinen neben ihnen Spuren von Palmen, erst in der Kreideformation Ueberreste von Laubholzbäumen. Schon mehr als fünfhundert Arten von Laubfarren, meist baumartige, wo man die Stöcke derselben angetroffen hat, sind in den Schichten der Erde fast ausschließlich schon in Europa entdeckt worden. Man unterscheidet dieselben nach der Form der Wedel und nach der Verästelung der Gefäßbündel („Nerven") in den Lappen derselben. Von diesen Arten gehören weitaus

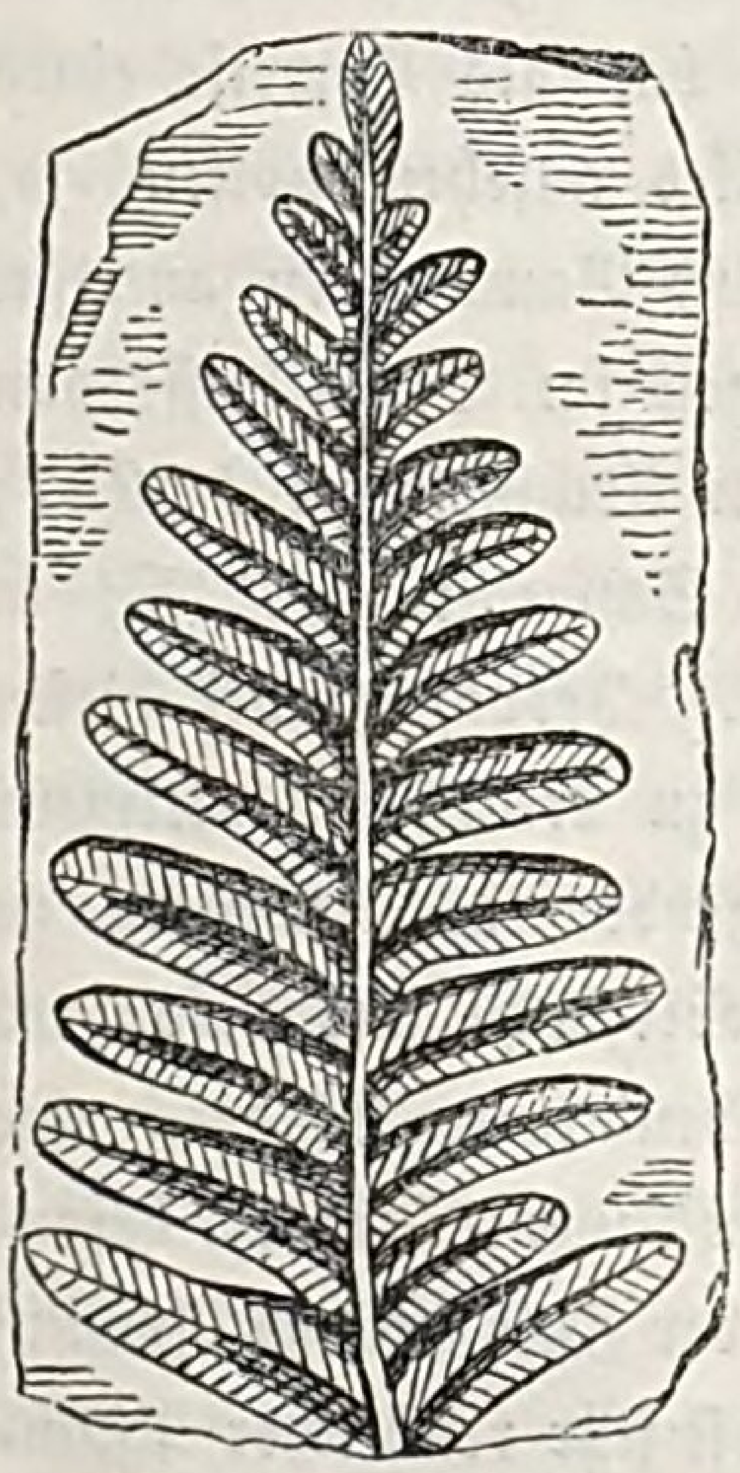


Fig. 102. Pecopteris aquilina aus der Steinkohlenformation.

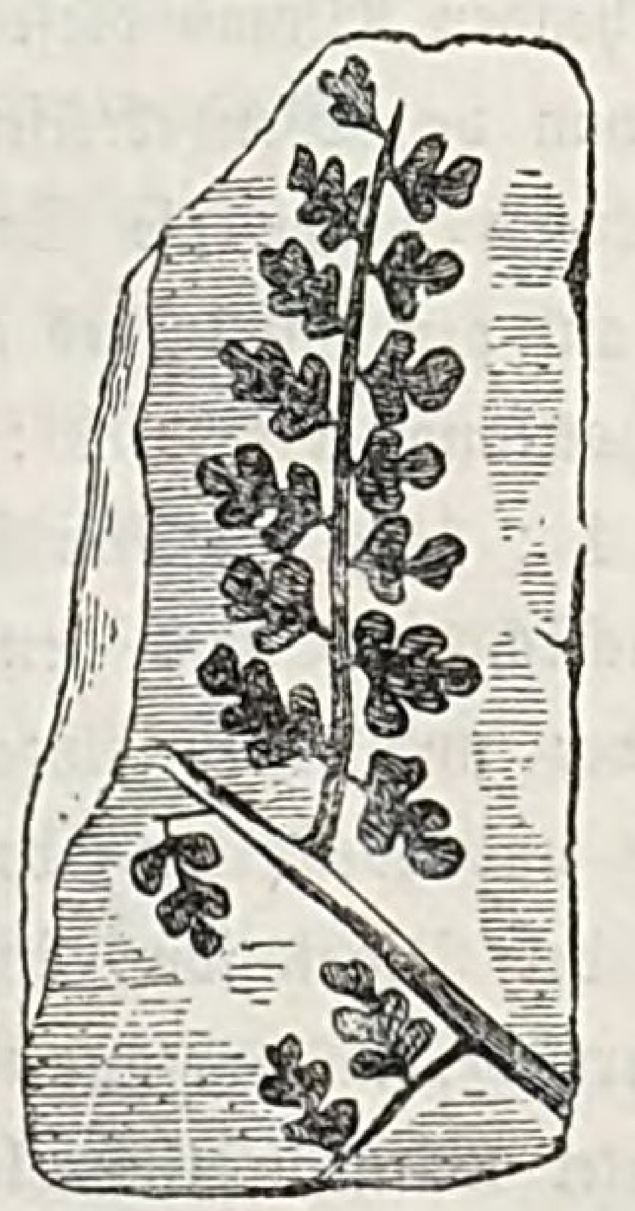


Fig. 103. Sphenopteris Hoeninghausii aus der Steinkohlenformation.



Fig. 104. Neuropteris Loshii aus der Steinkohlenformation.

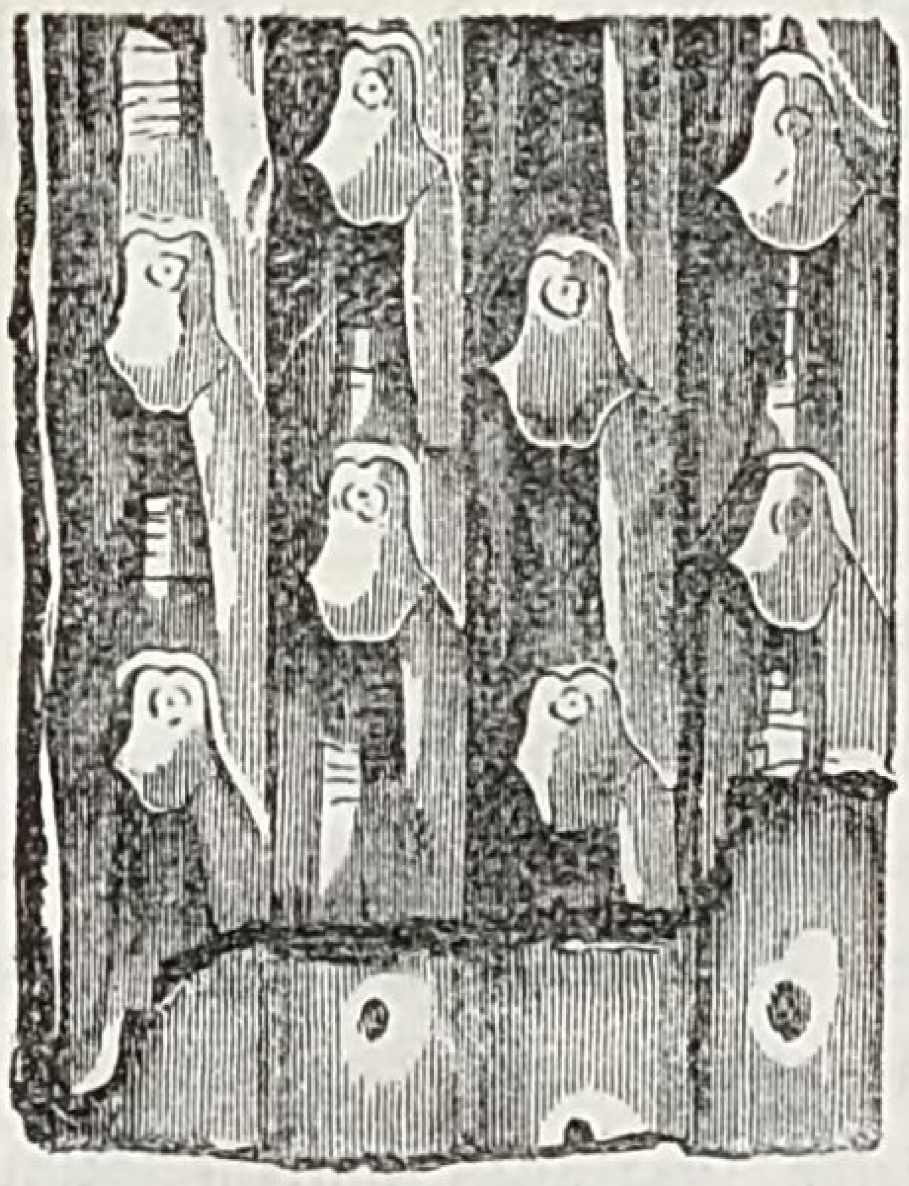


Fig. 105. Ein Stück des Stammes mit Wedelnarben von dem hohlstämmigen Geschlecht der Sigillarien (Sigillaria pachyderma) aus der Steinkohlenformation.

die meisten der Steinkohlenformation an (Fig. 102 bis 105). Jedoch auch in der Kupferschieferformation und in den Triasablagerungen sind sie die vorherrschenden Pflanzen, während in der Oolithformation die Menge derselben bedeutend abnimmt und, wenigstens in Europa, baumartige Farrenstöcke gar nicht mehr vorhanden gewesen zu sein scheinen. Nur spärlich hat sich diese Pflanzenklasse der überhandnehmenden Entwicklung höherer Pflanzenklassen gegenüber durch die folgenden Perioden bis in die gegenwärtige Zeit erhalten; denn auf der ganzen durchforschten Erde hat man noch nicht mehr, als gegen 2000 Arten von Laubfarren gefunden. In dem feuchtwarmen Klima mancher Inseln, besonders in der Tropenzone, gedeihen sie noch jetzt in besonderer Ueppigkeit und Mannigfaltigkeit. Baumfarren sind nur dort noch zu finden. Auf Jamaika verhält sich die Zahl der einheimischen Laubfarrengattungen zu der Zahl der Gattungen von Pflanzen aller vollkommeneren Pflanzen (Samenpflanzen) wie 1 : 9; auf Neuguinea fast 1 : 4; auf Neuirland mehr als 1 : 5; auf den Sandwichinseln 1 : 4. Es ist nicht sowohl die Wärme, wie es scheint, als vielmehr die Eigenthümlichkeit des Inselklimas, welches sich durch die geringen Abweichungen der Temperatur in den verschiedenen Jahreszeiten auszeichnet, wodurch die Vegetation dieser Pflanzen begünstigt wird, welche sich in unsern Gegenden am Boden oder in der Erde verbergen müssen, und während sie alljährlich ihre Wedel einbüßen, in dem geschützten Stocke ihr Leben durch den Winter hindurch retten. Im mittleren Amerika findet man verhältnißmäßig wenige Laubfarren, nach obigem Verhältnisse nur 1 : 36; ähnlich ist es in Neuholland, während dagegen Neuseeland durch die Farrenvegetation charakterisirt ist. Auf letzterer Inselgruppe und auf Vandiemensland oder Tasmania trifft man Baumfarren noch unter einer geographischen Lage von 46° südlicher Breite, während man heutigen Tages die unter gleicher Breite in Europa in den Steinkohlenschichten gefundenen Laubfarren hat als Beweise eines erdichteten früheren tropisch glühenden Klimas dieses Erdtheiles ansehen wollen, ja, während man überall nördlich von den Wendekreisen jetzt keine Baumfarren antrifft. Die Laubfarren stehen in Frankreich gegen die Samenpflanzen im Verhältnisse von 1 : 63; in Portugal 1 : 116; auf den Inseln des griechischen Archipelagus 1 : 227; in Aegypten 1 : 971; in Schottland wieder 1 : 31, in Schweden 1 : 35; in Island 1 : 18; in Grönland 1 : 10; am Nordkap 1 : 7. Jedoch ist bei diesen Verhältnissen durchaus nicht rücksichtslos nach den Zahlen zu urtheilen; vielmehr ist der Culturzustand der Länder und ihrer einzelnen Gegenden in Rechnung zu ziehen, sowie die Beschaffenheit und Gestaltung der Bodenoberfläche und besonders auch der allgemeine Charakter der Vegetation, indem in den einen Ländern eine fast endlose Mannigfaltigkeit herrscht, in den andern dagegen, und dieses ist besonders auf vielen Inseln auch unter warmen Himmelsstrichen der Fall, große Armuth der Pflanzenwelt überhaupt, oder bei mittelmäßiger, ja selbst sehr reichlicher Pflanzenmenge, wie dieses vorzugsweise in den kälteren Ländern beobachtet wird, eine

außerordentliche Gleichförmigkeit, die in geringer Zahl der Arten sich ausspricht. Vielleicht wird man ein richtigeres Urtheil über den Zustand der Erde zur Zeit des Vorherrschens der Baumfarren gewinnen können, wenn man in Betrachtung zieht, daß große und unter allen Klimaten unendlich artenreiche Pflanzenklassen zu jenen Zeiten noch gänzlich fehlten und eine mächtigere Entfaltung der damals allein vorhandenen Klassen möglich und sogar für die Thierwelt nothwendig sein mußte, und wenn man beachtet, daß in allen Kreisen der Geschöpfe gewaltige Gestalten bei verhältnißmäßiger Einförmigkeit einer minder kolossalen, aber vielseitigen Formenmannigfaltigkeit vorausgegangen zu sein scheinen.

III. Klasse. Die Zapfenfarren.

Auf lehmigem Sandboden erscheint im März und April häufig der berüchtigte Ackerschafthalm oder das Kannenkraut (Fig. 106), eine der größten Plagen für den Landmann. Es sind um jene Jahreszeit gelbröthliche, etwa ½ Fuß hoch aufsprossende, innen hohle Schäfte, welche aus der Erde hervorragen und welche in gewissen, ½ bis 2 Zoll betragenden, nach oben entfernter stehenden Absätzen von einer hautartigen, in mehrere Spitzen auslaufenden Scheide manschettenartig umgeben sind. Dieselben tragen auf dem Gipfel einen mehr als zollangen Zapfen, welcher anfänglich eine ganz dichte Masse zu sein scheint und nur eine sehr große Zahl der regelmäßigsten sechseckigen, abgeflächten Felderchen zeigt. Etwas später trennen sich diese Felderchen ein wenig von einander, und nun sieht man, daß jedes einem sechseckigen Schildchen gleicht, welches vermittelst eines kurzen Stieles an der Mittelachse des Zapfens befestigt ist (Fig. 107). Jedes Schildchen trägt unter seinem Rande eine Anzahl von Kapselchen, welche zuvor ganz verborgen waren, und welche nach innen gegen den Stiel des Schildchens sich durch eine Spalte öffnen (Fig. 108). In den Kapseln befinden sich eine Menge staubartig feiner Sporen, welche zur Zeit der Reife durch die erwähnte Spalte herausfallen, so daß der Schafthalm um diese Zeit, wenn er erschüttert wird, aus seinem Zapfen unter allen Schildchen ein

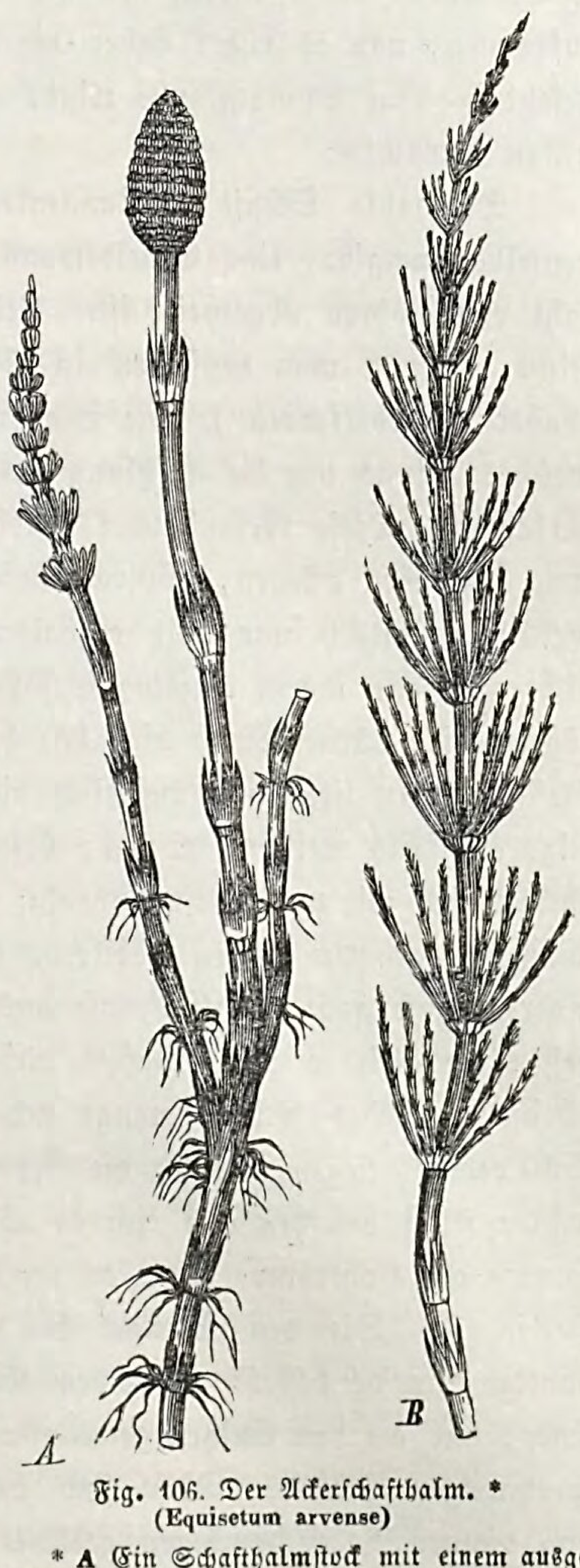


Fig. 106. Der Ackerschafthalm. *
(Equisetum arvense)

* A Ein Schafthalmstock mit einem ausgebildeten fruchtbaren und einem jungen unfruchtbaren Wedel.
B Der unfruchtbare Wedel, ausgebildet.

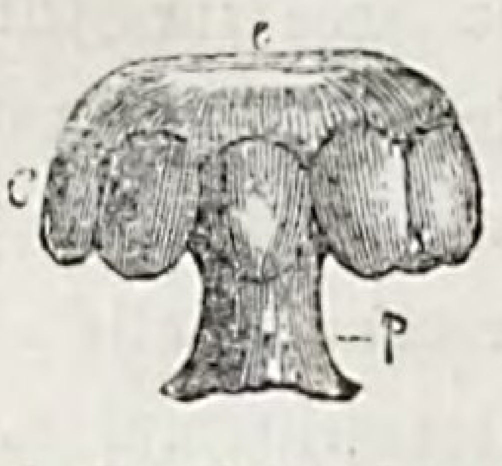


Fig. 107. Ein Schildchen *e* von dem Zapfen eines Schafthalmes, mit ihrem Stiele *p* und dem Kranze von Käpselchen *c*.



Fig. 108. Eine Kapsel *c* besonders, von der innern Seite gesehen, wo sie sich durch eine Spalte öffnet.

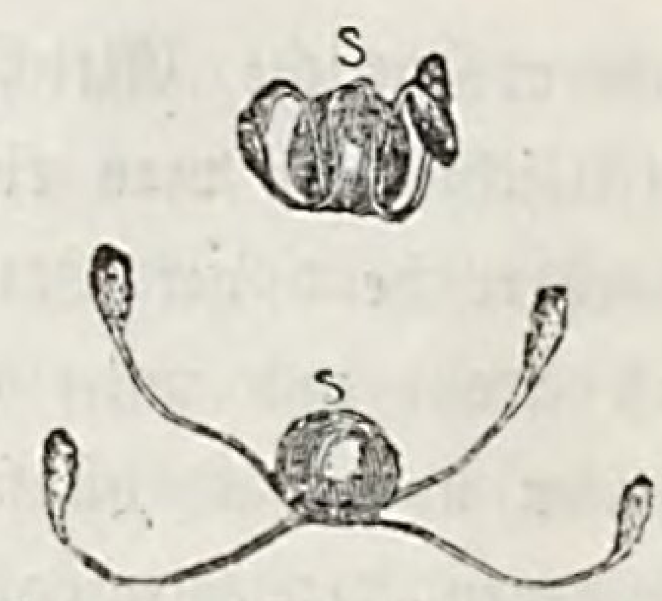


Fig. 109. Eine Spore *s* mit den spiralig um sie gerollten Fäden; *s'* die nämliche, deren Faden sich entrollt haben.

reichliches Wölkchen gelben Staubes herausfallen läßt. Diese Sporen bieten, unter dem Mikroskope betrachtet, eine höchst eigenthümliche Erscheinung dar (Fig. 109). Um jede derselben sind nämlich zwei ziemlich lange bandförmige, an beiden Enden breitere Fäden mehrfach herumgerollt, wobei sich deren Windungen kreuzen; beim Austrocknen strecken diese Fäden sich gerade aus, bei jeder Befeuchtung dagegen, z. B. durch den feuchten Athem, den man darauf haucht, rollen sie sich wieder zusammen, und es rührt daher die auffallende Bewegung, welche sich fast unausgesetzt in dem Sporenstaube zeigt, wenn man denselben auf einer Unterlage recht genau betrachtet.

Der hohle Schaft des Kannenkrautes hat allemal da, wo eine hautartige Scheide denselben umgibt, eine Scheidewand, so daß die Höhlung im Innern in eine Anzahl von Röhren abgetheilt ist. Ueber diesen Scheidewänden bricht der Schaft sehr leicht, so daß man denselben in ebenso viele einzelne Gliederstücke zerlegen kann (daher „Gliederfarren"). Die Wandung dieser Röhren besteht aus Parenchym, durch welches, rings um die Höhlung geordnet, der Länge nach 6 bis 10 Gefäßbündel verlaufen. Diese Gefäßbündel bestehen aus Ringgefäßen, welche die innerste Stellung zu haben pflegen, Spiralgefäßen und, zu äußerst stehenden, Tüpfelgefäßen, welche sämmtlich nur Luft enthalten. Die Gefäßbündel selbst sind meistens nicht dicht, sondern indem einzelne Gefäße ganz geschwunden sind, laufen unregelmäßige röhrenartige Lücken durch dieselben hindurch. Das Parenchym, welches zwischen den Gefäßbündeln liegt und äußerlich dieselben mit einer Rinde von Zellgewebe umgibt, zeigt ebenfalls meistens Lücken; besonders deutlich erkennt man eine solche Lücke je abwechselnd mit zwei Gefäßbündeln. Die Oberhaut ist von sehr kleinen, dicht zusammengedrängten Zellen gebildet, unter welchen strichweise sehr langgestreckte und innerlich fast ganz mit Cellulose ausgefüllte „Bastzellen" verlaufen, so daß in Folge dessen die Glieder des Schaftes äußerlich der Länge nach gereift und gefurcht erscheinen. Jedes Glied verengt sich allemal an seinem unteren Ende. In jeder Scheidewand liegen nämlich die Gefäßbündel näher zusammengedrängt. Die Scheidewände selbst bestehen aus einigen Schichten kleinzelligen, dichten Parenchyms. Das Innere der Hohlräume trägt an den Wandungen Spuren zerrissener und vertrockneter Zellen. — Die den Stengel bei jeder Scheidewand manschettenartig umgebende hautige Scheide besteht aus einem Kreise seitlich mit einander größtentheils verwachsener, nur an den Spitzen getrennter und an Zahl den Gefäßbündeln entsprechender, spreuartiger Blätter. Diese sind besonders an der Spitze nur aus zwei einfachen und dünnen Parenchymlagen gebildet, in der Mitte jedoch sind sie mit dichter, fester Oberhaut bekleidet, und es verläuft durch jedes derselben nahe unter der inneren Fläche ein Gefäßbündel, nahe unter der äußeren Oberhaut ein Bastzellenbündel,

und zwischen beiden befindet sich eine Luftlücke. Die Oberhaut, sowohl an den röhrenförmigen Stengelgliedern als auch auf den Blättern, ist mit Spaltöffnungen versehen, welche sehr regelmäßig, meistens reihenweise angeordnet, stehen und von warzenartig verdickten Zellen begrenzt sind. Die letzte Blätterscheide unter dem Fruchtzapfen ist etwas fleischiger als die übrigen, und die einzelnen Blätter derselben sind kürzer und ziemlich gesondert. Dieselben bilden einen Uebergang zu den gestielten Fruchtschildchen, welche als eigenthümlich fleischig ausgebildete und durch die Zusammendrängung so fremdartig gestaltete Blätter zu betrachten sind.

Gräbt man da, wo die beschriebenen Schafthalme aus der Erde ragen, den Boden auf, so findet man einen lang unter dem Boden fortkriechenden und vielfach verästelten Stock, aus welchem nicht allein viele solche fruchtzapfentragende Schäfte als Zweige hervorragen, sondern außerdem bereits zahlreiche andere Sprosse entspringen, welche etwas später im Jahre, während jene schon abgestorben sind, aus der Erde kommen, welche aber nie Fruchtzapfen tragen und daher unfruchtbar genannt werden können. Diese unfruchtbaren Sprosse, sowie die zuvor näher betrachteten fruchtbaren Schafthalme verhalten sich zum Stocke der Zapfenfarren ganz ähnlich, wie die Wedel zum Laubfarrenstocke, und dürfen daher auch als fruchtbare und unfruchtbare Wedel bezeichnet werden.

Der Stock, welcher meistens fälschlich eine kriechende Wurzel genannt wird, wächst unbekannt viele Jahre fort und treibt fortwährend alljährlich neue Seitenzweige, welche ebenfalls unter dem Boden fortkriechen und ihm selber so völlig gleichen, daß man in der That nie weiß, ob man es mit einem Hauptstocke oder mit Seitensprossen desselben zu thun hat, sowie andere Zweige, welche als Wedel aus dem Boden aufwärts hervorbrechen und theils fruchtbar, theils unfruchtbar sind. Die fruchtbaren sind schon im Herbste in der Erde ganz ausgebildet und treten im Frühling nur durch Ausdehnung und schnelle Vermehrung ihrer äußeren Zellen so rasch hervor. In ihren Zellen ist daher auch nie grünes Chlorophyll entwickelt. Die unfruchtbaren Wedel entstehen erst im Frühlinge in der Erde und treten hellbräunlich grünfarbig hervor und dauern dann den ganzen Sommer hindurch, wobei sie sich viel vollkommener ausbilden. Sie sind bis zum Gipfel mit Blätterscheiden versehen, und diese stehen dort wegen der geringeren Länge der jüngsten Glieder des Wedels viel näher beisammen und umschließen die fortwachsende Gipfelknospe. Rings um die Scheidewände zwischen den Gliedern entspringen, durch die Blattscheide an ihrem Grunde hindurchbrechend, eben so viele Seitenäste, welche in kleinem Maßstabe ganz die Beschaffenheit des Wedels selbst wiederholen und also auch hohl, gegliedert und mit Blätterscheiden umgeben sind. Man nennt die strahlenförmig um den Wedel stehenden Gruppen derselben Quirle. Der unfruchtbare Wedel trägt um jede Scheidewand einen Quirl, mit Ausnahme der letzten drei bis sechs, welche die sehr dünne, einem Quirlaste ganz vollkommen gleichende Spitze des ausgewachsenen Wedels besitzt. Der fruchtbare Wedel dagegen hat nie Quirle. Die Quirläste und die Spitze des unfruchtbaren Wedels sind schön und gesättigt grün gefärbt. Das Wachsthum der Wedel beiderlei Art, sowie dasjenige der Quirläste des unfruchtbaren Wedels ist stets ein ganz regelmäßig begrenztes. Die unfruchtbaren Wedel werden viel länger als die fruchtbaren, bleiben dagegen viel zarter als jene; sie sind im Aeußern von denselben so auffallend verschieden, daß man

sie nicht für Theile der gleichen Pflanze halten würde, wenn man sie nicht aus einem Stocke hervorwachsen sähe.

Der Stock selber gleicht wieder ganz und gar den Wedeln selbst; die Färbung theilt er mehr mit den fruchtbaren, welche, wie er, unter der Erde gebildet sind. Er ist hohl, gegliedert, mit Blätterscheiden versehen. Seine Farbe ist oft elfenbeinweiß, an den Blattscheiden braunschwarz. Die unterirdisch fortsprossenden Zweige und die Wedel, welche aus dem Boden hervorbrechen, entspringen aus ihm, ganz wie die Quirläste aus den Wedeln, nur minder regelmäßig. Unter den Scheidewänden des Stockes und unterhalb des Ursprunges der Wedel brechen aus dem Umfange desselben Wurzelchen hervor, deren Gewebe und Entwicklung ganz so vor sich geht, wie bei den Laubfarren, und deren Gefäßbündel unmittelbar in Verbindung treten mit den Gefäßbündeln des nächst höheren Stockgliedes. Die Wedel selbst besitzen an ihren unterirdischen Theilen ebenfalls einen Quirl von Wurzelchen unterhalb jeder Scheidewand.

Die Wedel erscheinen, wenn sie aus dem Stocke hervorbrechen, anfangs als eiförmige Knospen. In diesem Zustande sind sie noch nicht hohl, und ihre Blattscheiden stehen so nahe zusammengedrängt, daß der Grund der einen unmittelbar an den Grund der andern grenzt. Die Gipfelzelle dieser Knospe vermehrt sich stets durch schiefe Scheidewandbildung, und die hiedurch gebildeten sekundären Zellen theilen sich durch radiale, dann die tertiären durch tangentiale Scheidewände. Die Scheidewandbildung geht fortwährend in den äußeren Zellenschichten rascher vor sich, als in den inneren. Besonders die Zellen der Doppelschicht, welche die Oberhaut bildet, sind sehr zahlreich und klein, so daß sie sich in dieser Beziehung wie 8 : 1 und $^1/_8$ gegen die nächst inneren Zellen verhalten. Ein Kreis etwas weiter im Inneren liegender Zellen zeigt schon sehr früh ringförmige Verdickungsschichten an den inneren Flächen der Wandungen. Diese sind die ersten Anfänge der späteren Gefäßbündel. — Rings um den Gipfel der Knospe erheben sich die Zellen zu einem ringförmigen Wulste; dieses ist der Anfang einer neuen Blattscheide; was bei der Bildung der Spreublättchen der Laubfarren mit einzelnen Zellen des Umfangs der Knospe vor sich geht, das ereignet sich hier an einem Kreise auf einer unmerklich sich erhebenden Spirale unmittelbar benachbarter Zellen gleichzeitig. Die Entwicklung der so erhobenen Zellen zu Blattorganen geht ganz so vor sich, wie bei den Spreublättchen. Die Zellenreihen, welche entstehen, trennen sich jedoch, da indessen der Umfang der Knospe zunimmt, zuerst in vier Gruppen, dann in die dopelte Zahl mehr oder minder regelmäßig. Der untere Theil der Blätter bleibt vereinigt, indem hier die Vermehrung der Zellen in seitlicher Richtung länger andauert, ja in dem unteren Theile der Mittellinie ist diese so lebhaft, daß hier jedes Blatt bauschig wird, eine Längsfalte bekommt und seine Spitze nach Innen neigen muß. Die unteren Zellen des zu einer Blattscheide verwachsenen Blätterquirles behalten ihre Vermehrungsfähigkeit noch lange bei, und sie entwickeln die ganze Zellenmasse, aus welcher der röhrenartige Theil des Schaftes von je einer Scheidewand bis zur nächst unteren besteht. Am Grunde jedes Blattes beginnen einige Zellen frühzeitig, indem sie mit den oben erwähnten Ringzellen in Verbindung treten, sich zu einem Gefäßbündel umzubilden, welches im ersten Anfange nur aus einer Reihe von Ringzellen, und nachdem die wagerechten Scheide-

wände zwischen diesen sich aufgelöst haben, aus einem einzigen Ringgefäße besteht, mit welchem sich aber nach und nach mehrere benachbarte Zellenreihen verbinden. So läuft vom Grunde jedes Blättchens der Blattscheide allemal ein Gefäßbündel bis zur nächsten Scheidewand hinab. Da die Blätter einer Blattscheide immer mit denen der nächst unteren abwechselnd stehen, so trifft dieses Gefäßbündel dort nicht direkt auf ein Gefäßbündel des nächst unteren Gliedes, sondern in die Lücke zwischen zwei solche; es verbindet sich mit beiden durch etwas gestreckte Zellen, in denen ringförmige Verdickungen erscheinen, wie in den Ringgefäßen selbst. — Die innere Zellenmasse, welche von den oben erwähnten Kreisen derjenigen Zellen, die als erster Anfang der Gefäßbündel zu betrachten sind, umgeben ist, und welche auch hier als Mark bezeichnet werden darf, vermehrt sich verhältnißmäßig am wenigsten, besonders nicht in dem Sinne, daß dieses Centralgewebe der Wedelknospe sich in die Länge ausdehnte. Die Vermehrung in den Richtungen des Umfanges durch radiale und tangentiale Scheidewände ist je nach der Kräftigkeit des Sprosses, und besonders regelmäßig bei fruchtbaren und unfruchtbaren Wedeln verschieden. Die in der Ebene des Ursprunges einer Blattscheide liegende Markschicht wird durch die außerordentlich starke Vermehrung der Zellen des Blattscheidengrundes und der Gefäßbündel in der Richtung der Längenachse der Knospe immer weiter von der einer nächst unteren Blattscheide entsprechenden Markschicht getrennt. Auf diese Weise entstehen die Höhlungen der Glieder des Stockes, der Wedel, der Quirläste. Die von einander getrennten Markparenchymschichten sind die zwischen denselben zurückbleibenden Scheidewände oder Internodien.

Sehr eigenthümlich ist für die Schafthalme die verspätete Entwicklung der Seitenäste. Die Zellen, von denen die Entwicklung dieser, die ganze Organisation des Stockes und der Wedel wiederholenden Organe ausgehen soll, verhalten sich nämlich gleichsam schlafend, während die Entwicklung der Blätter, in deren Achseln sie eigentlich hervortreten sollten, schon weit vorschreitet, ja am oberen, die Blattscheide bildenden Theile sogar sich bereits vollendet. Erst später beginnt die Entwicklung der Aeste, welche daher gezwungen sind, sich durch die hautige Blattscheide hindurch zu zwängen, und welche nun dem äußeren Anscheine nach nicht in den Achseln der Blätter, sondern unter denselben stehen. Denn der hauptsächlichste Theil der Blätter, der von dem Internodium abwärts röhrenartig entwickelte und mit den Gefäßbündeln des Stengels vereinigte, erscheint als ein Stengelgebilde. Diese verspätete Entwicklung der Seitenknospen und, derselben entsprechend, die Stellung der Seitensprossen im Verhältniß zu den Blattscheiden ist, übereinstimmend bei dem Stocke, bei den unterirdischen stockartigen und bei den überirdischen Wedeln und bei den Quirlästen, stets die nämliche.

Manche unterirdische Seitenknospen erleiden, wenn sie aus dem Stocke hervorgebrochen sind, ausnahmsweise eine starke Vermehrung des äußeren Zellgewebes in die Dicke, wobei sie sich dann wenig oder gar nicht in die Länge ausdehnen, und so zu eiförmigen oder kugeligen Knollen umgestalten, welche sich durch eine Ansammlung von Stärkekörnchen und Traubenzucker in ihren Zellen auszeichnen.

Fruchtbare Wedel brechen stets nur aus den untersten Internodien eines vorigjährigen Stockes oder unterirdischen stockartigen Wedels hervor. Die erste Entwicklung der Fruchtschildchen des Fruchtzapfens geht genau wie die der ersten Anlage

zu einer Blätterscheide vor sich. Der erste ringförmige Wulst ist nur massiver und weit weniger erhaben. Und wie später die Blattzipfel über den anfangs gleichförmigen Rand der werdenden Blätterscheide hervortreten, so bilden sich auch hier bestimmte Stellen eines jeden Ringwalles stärker aus. Hier aber geht die Zellenvermehrung der Blätter an ihrem unteren Theile nicht so vorherrschend fort, wie bei den Blätterscheiden, sondern die einzelnen Ringwälle bleiben ziemlich nahe beisammen stehen. Dagegen ist hier die Zellenvermehrung in den anfangs halbkugelig vorragenden Gipfeln, aus welchen die Fruchtschildchen werden sollen, vorherrschend, und zwar besonders in den äußersten Zellenschichten, welche sich daher durch den Druck, den sie gegenseitig auf einander ausüben, zu sechseckigen Schilden abplatten. Auf der nach innen und unten gekehrten Fläche eines jeden dieser Schilder bilden sich fünf bis sechs stumpf vorragende Wärzchen von Zellgewebe, die ersten Anlagen zu den Sporangien. Eine der inneren Zellen dieser Wärzchen wird zur Sporenmutterzelle, die äußeren, sie umgebenden Zellen bilden sich zur Wandung des Sporangium, zur Kapsel, aus. Diese Wandung besteht immer aus einer anfangs doppelten, später sogar dreifachen Zellenschicht. Die Sporenmutterzelle vermehrt sich, während ebenfalls die Zellen der Wandung sich fortwährend vermehren, durch Scheidewände in verschiedenen Richtungen wechselnd. So entsteht eine ziemliche Anzahl von Mutterzellen, in deren jeder dann durch schnell aufeinander folgend wiederholte Theilung vier Sporen gebildet werden. Während dieses Vorganges werden die Zellen der inneren Schicht und später auch die der mittleren Schicht der Kapselwandung ganz aufgelöst und wahrscheinlich, wie auch die sich auflösenden Wandungen der verschiedenen Altersfolgen von Mutterzellen, zur Ernährung der Sporen verwandt. In den Sporenmutterzellen ist immer ein gelbkörneliger Schleim und ein sehr deutlicher, hier entschieden als ein Bläschen erkennbarer Cytoblast (Zellenkern — Kernbläschen) enthalten; der Cytoblast verschwindet vor jeder Theilung (Tochterzellenbildung). Die vier zuletzt durch Theilung der letzten Mutterzellen gebildeten Zellen sind nicht unmittelbar selber die Sporen, sondern in ihnen erzeugt sich eine einzelne Zelle, welche erst die eigentliche Spore ist. Bevor diese den ganzen Raum ihrer Specialmutterzelle ausfüllt, sammelt sich in den freien Räumen feste Substanz, welche bei späterer Entwicklung der Spore und der dadurch hervorgebrachten Ausdehnung der Specialmutterzelle auseinander gezogen, sich zu dem seltsamen Fadenpaare gestaltet, welches, wie oben (Seite 687) erwähnt, jede einzelne Spore umgibt, an einem Punkte sich kreuzt und fest an der Spore anklebt, und durch seine Austrocknung und dadurch erfolgende Ausstreckung, ähnlich den Schleuderern der Lebermoose (Seite 632), die Entleerung der Sporen aus der ebenfalls in Folge der Austrocknung aufreißenden Kapsel unterstützt.

Die ganze Klasse der Zapfenfarren umfaßt in der jetzigen Schöpfung kaum ein Viertelhundert Arten, welche alle von dem oben beschriebenen Ackerschafthalme nur durch geringere Verhältnisse abweichen und daher mit derselben eine gemeinsame Geschlechtsbenennung (Equisetum) führen. Die wichtigsten Unterschiede, welche bei diesen Equiseten bemerkenswerth sind, beziehen sich auf die Verhältnisse der Wedel. Während bei den einen besondere fruchtbare Wedel neben anderen unfruchtbaren Wedeln erscheinen, findet bei anderen ein solcher Unterschied nicht statt. In ersterem Falle ist der fruchtbare Wedel bald, wie beim Ackerschafthalme, nicht mit Quirlen

von Seitenästen versehen, oder er trägt solche, jedoch dann meistens kürzere, als der unfruchtbare Wedel. In dem letzteren Falle ist gewöhnlich der obere Theil des Wedels, drei bis fünf Glieder vom Fruchtzapfen abwärts, von Quirlen frei.

Von den chemischen Bestandtheilen der Equiseten möge hier nur eines besonders wichtigen Stoffes erwähnt werden, welcher diese Gewächse in ausgezeichnetem Grade charakterisirt, der Kieselerde. Es nehmen die Schafthalme sämmtlich eine außerordentlich große Menge dieser, für sich in Wasser so schwer auflöslichen Erde in sich auf, daß sie darin nur mit den Kieselalgen (Diatomeen, Seite 599) verglichen werden können. Sie sammeln diesen Stoff, welchen sie vielleicht als in Wasser lösliches kieselsaures Kali („Wasserglas") aus dem Boden aufsaugen, in ihren Zellenwandungen, vorzugsweise aber in denen der Oberhautschichten in solchem Grade an, daß man, nach Beseitigung der vegetabilischen Substanz vermittelst Schwefelsäure, ein vollständiges glasartiges Skelett dieses Zellgewebes erhält. Die Zellen der Oberhaut besitzen nach außen vorragende Schüppchen und Körnchen von dieser so äußerst harten Substanz, welche aus der vertrockneten Aussonderungsschicht herzurühren scheinen, und besonders die warzenartig hervorstehenden Zellchen, welche die Spaltöffnungen begrenzen, zeigen diese Eigenschaft. Es rührt daher der Umstand, daß die Wedel der Equiseten eine feilenartig rauhe und nicht allein Holz oder weiche Metalle, sondern selbst Stahl und Glas angreifende und polirende Oberfläche besitzen, durch welche sie dem mannigfaltigsten Gebrauche im täglichen Leben (Kannenkraut, Zinnkraut, Scheuerkraut) und in den Gewerben Anwendung finden. —

Die an eigenthümlich gebildeten Blattorganen der fruchtbaren Wedel entwickelten Sporen sind ganz mit den Sporen der Laubfarren zu vergleichen. Sie sind ohne Anwesenheit befruchtender Organe entwicklungsfähig geworden; aber auch sie erzeugen nur einen Vorkeim. Der Vorkeim der Schafthalme hat große Aehnlichkeit mit dem der Laubfarren, sowohl in der Entwicklungsweise, als auch in der äußeren Form. Die Entstehung von Antheridien, deren Inhalt sich hier durch die größten spiraligen Spermazellen auszeichnet, welche man im Pflanzenreiche kennt, ist vollständig beobachtet. Dagegen die Enwicklung von Archegonien ist noch ungenügend bekannt, wenn gleich die über die ersten Anfänge derselben gemachten Beobachtungen es sehr wahrscheinlich hinstellen, daß wenige Abweichungen von dem, was man bei den Laubfarren kennt, stattfinden möchten. — An einem Punkte des mit vielen Wurzelhaaren versehenen viellappigen Vorkeimes bildet sich ein Zellenhäufchen, aus welchem der erste Wedel hervorgeht. Ob dieser Wedel später ein unterirdischer Stock bleibt, oder ob er einem seitenständigen Zweige entspreche, darüber ist noch nicht genügende Gewißheit erlangt worden, da die zu diesem Zwecke gezogenen Keimpflänzchen nie andauernd gedeihen wollten.

Die Zapfenfarren, mit ihrer so höchst einfachen und so auffallend mathematisch nach einem höchst einförmigen Grundplane gebauten Organisation, gehören zu den wunderlichsten Gestalten der jetzigen Schöpfung, deren überwiegender Menge von Pflanzen, die in der Größe ihnen vergleichbar sind, sie gegenüberstehen, wie das kindlich einfache Geräth aus einem Hünengrab der Urzeit dem kunstreichen Schmucke des jetzigen Europäers. Sie sind in der That Repräsentanten einer uralten Zeit — vielleicht älter als die Laubfarren der Steinkohlenperiode. Freilich sind sie nur winzige Zwerge, diese Schafthalme, welche auf Aeckern und Wiesen des Landmannes

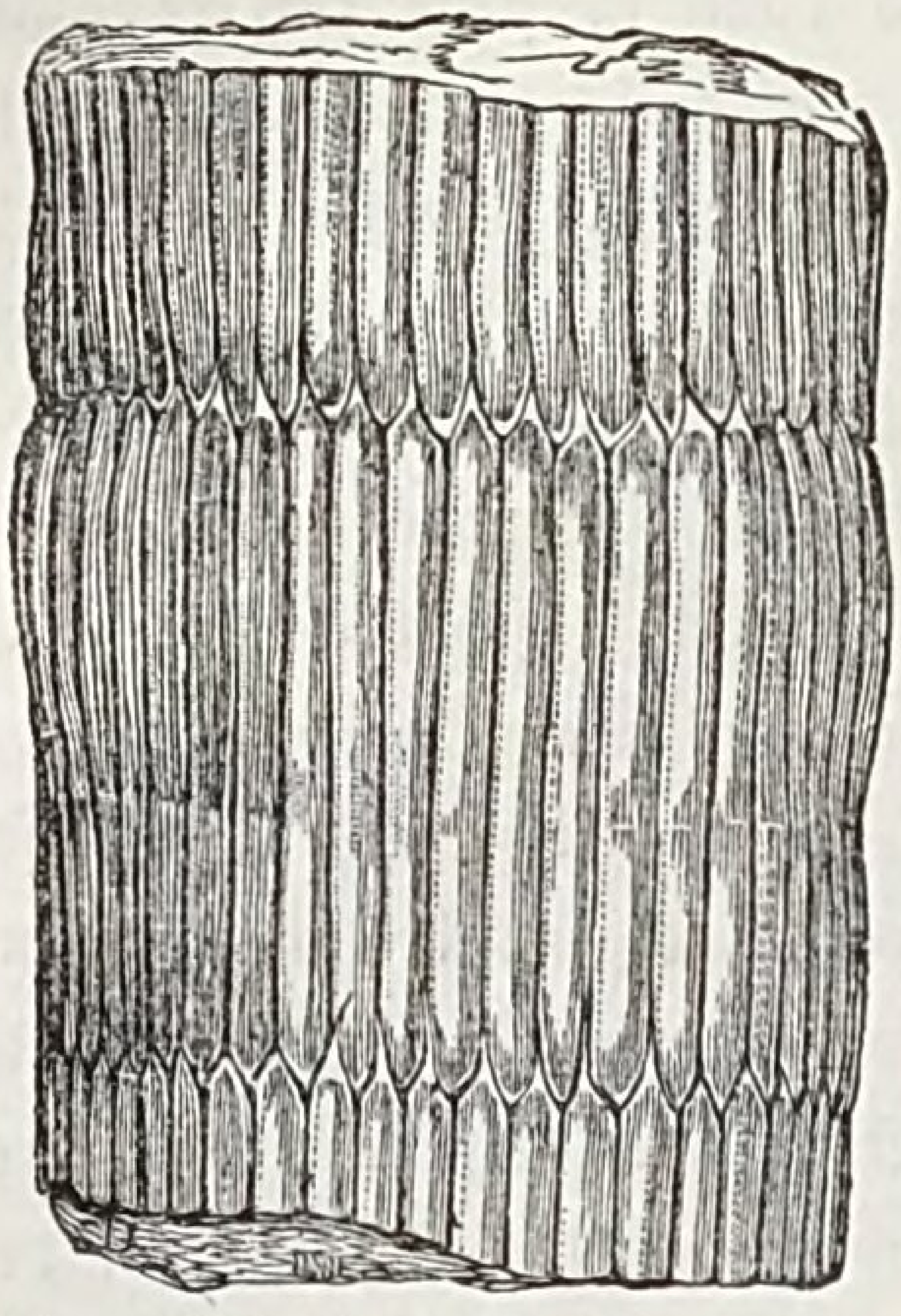


Fig. 110. Equisetum columnare aus der Oolithformation.

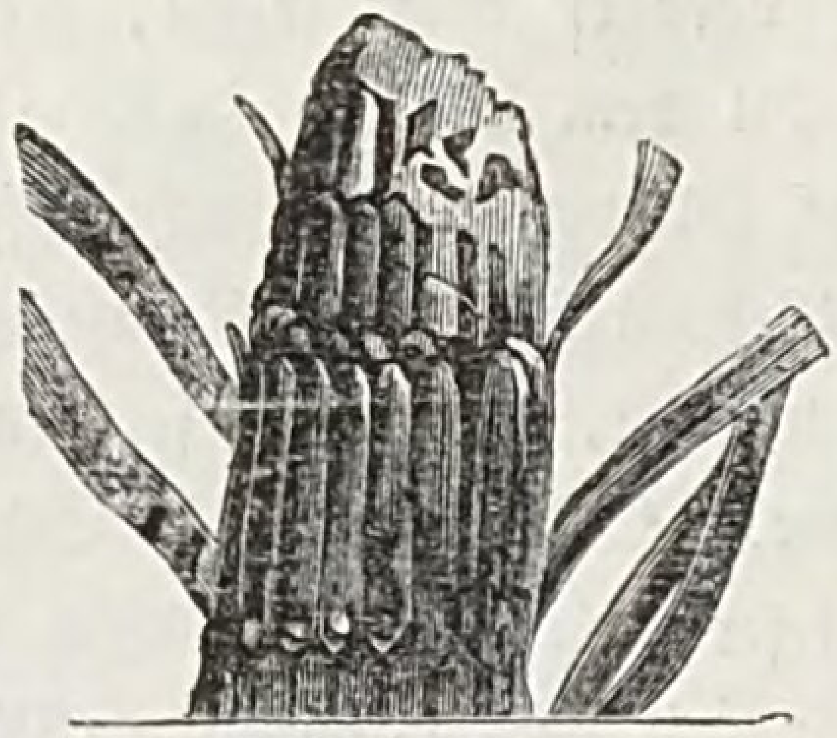


Fig. 111. Calamites cannaeformis aus der Steinkohlenformation.

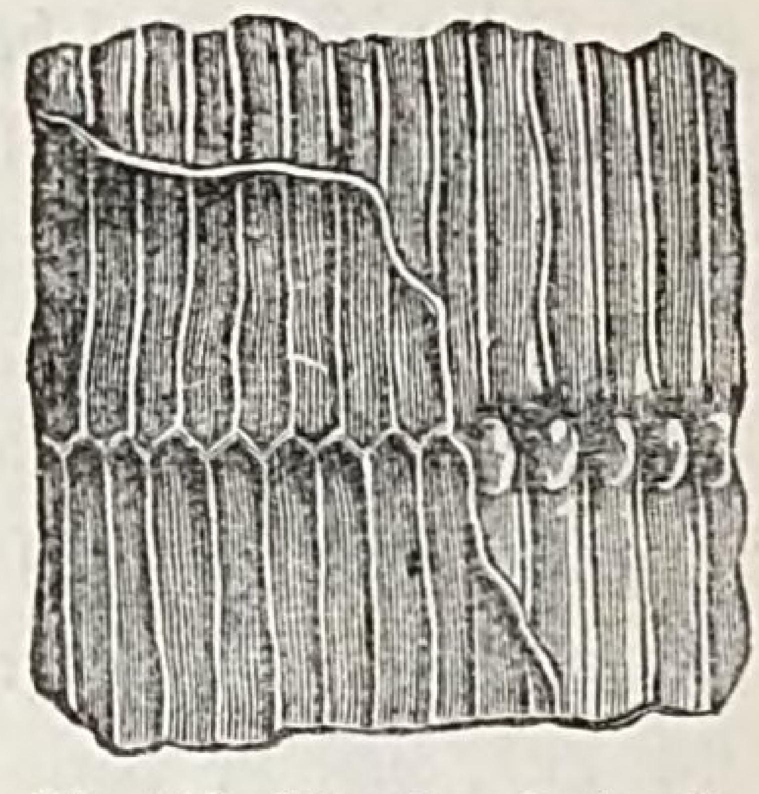


Fig. 112. Calamites Suckovii aus der Steinkohlenformation.

Kummer sind, gegen die mächtigen Equisetaceen (Fig. 110) und Calamiten (Fig. 111—112) früherer Perioden. Diese waren zum Theil hochragende Bäume, die letzteren mit zahlreichen, keilförmig von der Rinde zum Marke verschmälerten Gefäßbündeln, welche einen dicken holzigen Gürtel um die enge Höhlung der Glieder dieser kolossalen Wedelschäfte bildeten. Sie waren sehr zahlreich in der Periode der Steinkohlenformation, aus welcher man bereits fast siebenzig Arten von Calamiten und Equiseten kennt. Auch in den folgenden Perioden existirten immer noch ziemlich zahlreiche Gattungen dieser wunderlichen Gewächse, doch über den Triasablagerungen wird ihre Abnahme stark bemerkbar. In der Kreideformation, aus deren Zeit bislang noch überall keine Ablagerungen mit erheblichen Ueberbleibseln von Produkten des Festlandes aufgefunden worden sind, und welche daher einstweilen noch in vieler Beziehung eine Lücke in der Entwicklungsgeschichte der organischen Schöpfung übrig läßt, vermißt man sie noch ganz. Nur wenige kennt man aus den Tertiärschichten. Die Schafthalme unserer jetzigen Schöpfung scheinen gleichsam die letzten Ueberbleibsel zu sein, welche durch die ihnen zu Grunde liegende, einst so vielfach und so großartig verwirklichte, schöpferische Idee geschaffen worden sind.

Rückblick.

Alle bis hieher betrachteten Pflanzen boten uns die gemeinsame Eigenschaft dar, daß sie gewisse eigenthümliche Keimzellen, die Sporen, erzeugen, welche, von der Mutterpflanze freiwillig sich lostrennend, fähig sind, der Anfang einer neuen gleichartigen Pflanze zu werden. Wir dürfen dieselben aus diesem Grunde unter der Benennung von Sporenpflanzen, Keimzellenpflanzen, oder kürzer, Keimpflanzen zusammenstellen, um sie dadurch zu sondern von denjenigen Pflanzen, deren Keimzellen von der Mutterpflanze als solche getrennt, sogleich ihre Keimungsfähigkeit verlieren würden, und bei denen daher eine solche Trennung freiwillig gar nicht eintritt, bevor die Ausbildung der Keimzelle zu einem besonderen kleinen Pflanzenembryo erfolgt ist. Ein solcher Pflanzenembryo ist dazu allemal mit einer äußeren schützenden, meistens mehrfachen Umhüllung bekleidet, unter welcher derselbe durch die ungünstige Jahreszeit hindurch, oder oft gar viele Jahre lang, bis er überhaupt in die zu seiner Weiterentwicklung erforderlichen Verhältnisse gelangt, seine Entwicklungsfähigkeit bewahrt. Dazu ist derselbe mit einem reichlichen Vorrathe von

angehäuften Nahrungsstoffen versehen, durch welche er sich ernährt, bis daß er aus sich selber Ernährungsorgane entwickelt hat, und diese Nahrungsstoffe bilden entweder innerhalb der schützenden Umhüllungen eine Ausfüllungsmasse, in welcher der Embryo gleichsam eingebettet liegt (Fig. 113), oder aber sie sind in den Zellen der sehr dicken blattartigen Organe des Embryo selber angesammelt (Fig. 114). Das Ganze eines solchen Pflanzenembryo, mit seinen Nahrungsvorräthen und schützenden Hüllen nennt man Samen, und wir unterscheiden daher die durch solchen sich fortpflanzenden Gewächse von den Keimpflanzen unter der Benennung von Samenpflanzen. Da die letzteren während ihrer Embryonalperiode, so lange sie noch Theile der Mutterpflanze selbst sind, bereits die ganze erste Stufe ihrer Entwicklung durchlaufen (Fig. 115), welche von den Keimpflanzen erst nach der Trennung von der Mutterpflanze, also bei völliger Selbstständigkeit durchlaufen wird (Fig. 116), so betrachten wir die Samenpflanzen als die höher stehenden, die Keimpflanzen als die niedrigern Gewächse.

Da eine befruchtende Einwirkung besonderer Organe auf die Keimzellen oder auf die Mutterzellen dieser letzteren bei den Keimpflanzen auch da, wo solche überhaupt statt zu finden scheint, doch der unmittelbaren Beobachtung bis jetzt noch immer entgangen ist, während eine solche bei den Samenpflanzen ganz bestimmt nachweisbar und schon seit langer Zeit bekannt war, so ist es noch heutigen Tages immer gerechtfertigt, wenn man die Keimpflanzen kryptogamische, d. h. „in der Verborgenheit zeugende" Gewächse (Cryptogamæ), die Samenpflanzen dagegen phanerogamische, d. h. „unverborgen zeugende" Gewächse (Phanerogamæ) nennt. Um hinzudeuten auf den bei den Keimzellen der Keimpflanzen stattfindenden Mangel, oder das beim Samen der Samenpflanzen nie fehlende Vorhandensein von ent-

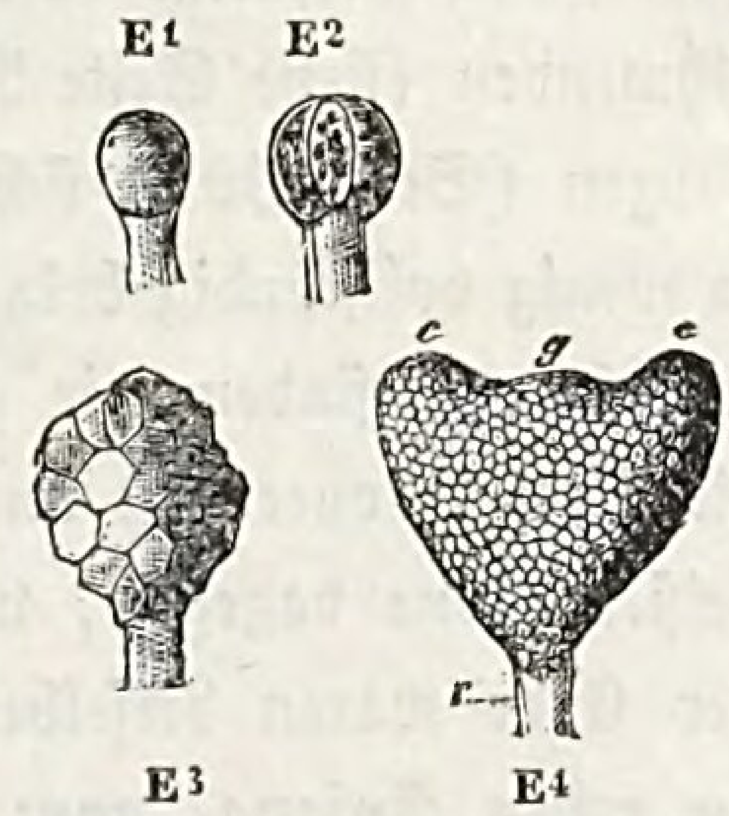


Fig. 115. Die Entwicklung des Embryo der gemeinen Nachtkerze. *

* E1 Die Keimzelle (innerhalb der Samenanlage durch eine andere fadenförmige Zelle angeheftet). — E2 Die Keimzelle hat begonnen, sich zu vermehren. — E3 Aus der Keimzelle ist schon ein Zellenhäufchen geworden. — E4 Dieses Zellenhäufchen beginnt als ein Embryo mit verschiedenartigen Organen zu erscheinen; *r* die untere Spitze des embryonalen Stammes, aus welcher später die Wurzel entwickelt wird (siehe *r* Fig 114); *c c* die Anfänge der blattartigen Samenlappen (siehe *c* Fig. 114); *g* die Anlage zu der aufwärts wachsenden Spitze des embryonalen Stammes, das Keimknöspchen des Samens genannt.

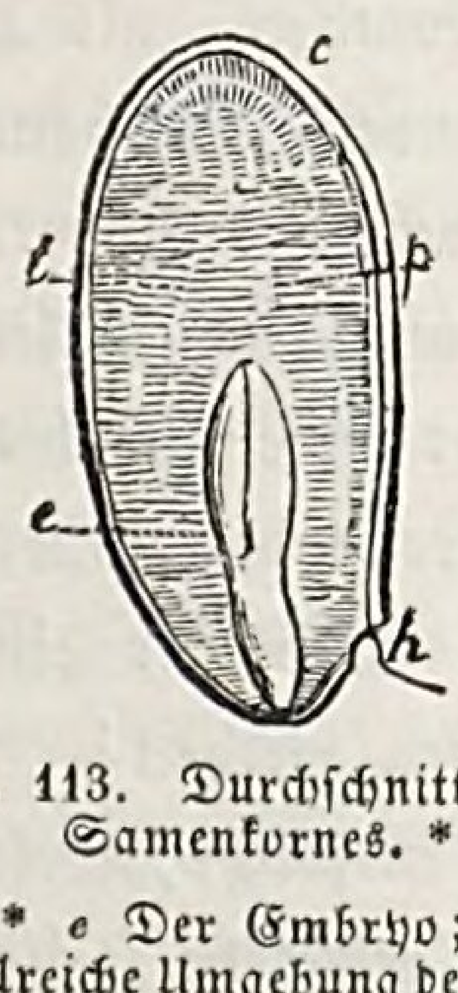


Fig. 113. Durchschnitt eines Samenkornes. *

* *e* Der Embryo; *p* die mehlreiche Umgebung desselben, Endosperm genannt; *t* die Samenschale; *h* der Stiel, vermittelst dessen der Same an der Mutterpflanze befestigt war, „Nabelstrang" genannt; *c* der Punkt, bis zu welchem dieser Stiel sich am Samen hinaufzieht und wo derselbe an die Samenhaut angewachsen ist, Samengrund genannt.

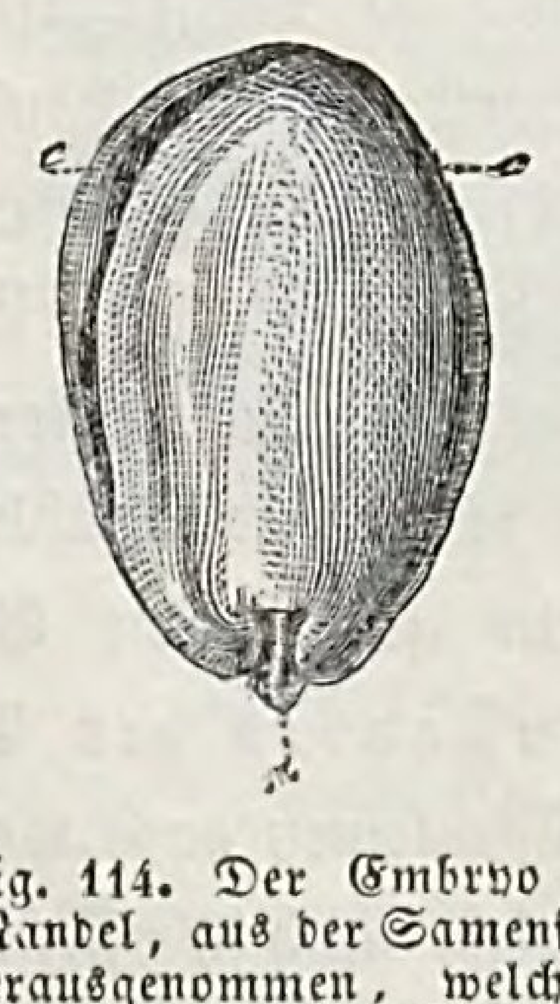


Fig. 114. Der Embryo einer Mandel, aus der Samenschale herausgenommen, welche er gänzlich ausfüllte. *

* *r* Der embryonale Stamm, welcher an seinem unteren Ende noch keine Wurzel entwickelt hat; *c* die dicken, mit Nahrungsstoffen reichlich gefüllten blattartigen Organe, „Samenlappen oder Cotyledonen" genannt.

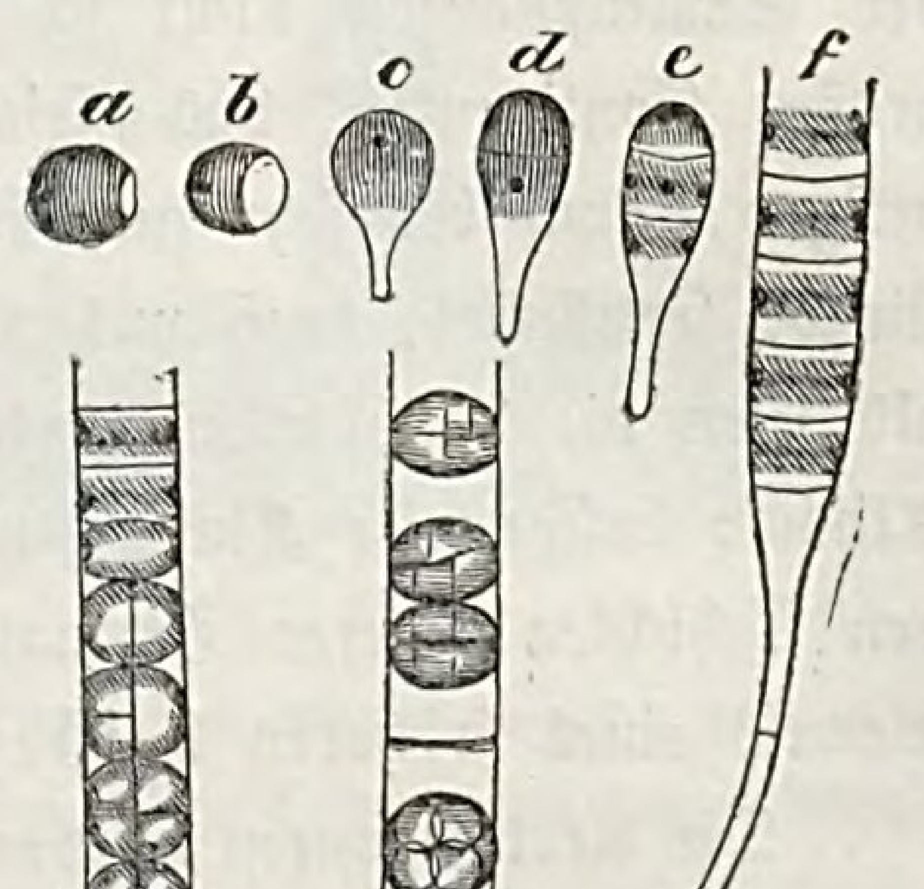


Fig. 116. Die Keimung der Keimzellen (Sporen) einer Fadenalge. *

* *a* Die Spore; *b* dieselbe im Beginne der Keimung; *c, d, e, f* die weiteren Stufen der Keimung und Entwicklung.

wickelten embryonalen Organen, insbesondere von blattartigen Samenlappen (Cotyledonen), wählt man, als mit den vorigen Benennungen gleichbedeutende Bezeichnung, auch wohl die Ausdrücke Acotyledoneen, d. h. „samenlappenlose Pflanzen" (Acotyledoneæ) und Cotyledoneen, d. h. „Samenlappen besitzende" (Cotyledoneæ).

Die Keimpflanzen, Kryptogamen, Acotyledoneen sind nicht nur, wenn man die außerordentliche Menge der ausgestorbenen Gattungen früherer Perioden der Schöpfungsgeschichte mit in Rechnung bringt, sondern auch bei alleiniger Berücksichtigung der gegenwärtig existirenden Pflanzen die zahlreichere Abtheilung. Die Samenpflanzen stehen beträchtlich gegen dieselben zurück. Nimmt man bei der Betrachtung dieses Verhältnisses auf die verschiedenen Zonen der Erde Rücksicht, so ergibt sich das interessante Resultat einer großen Ungleichheit für dasselbe. Lassen wir die thierisch athmenden (siehe Seite 590) und wie die Thiere nur von bereits assimilirten Substanzen (Seite 594) sich nährenden Pilze bei Seite, übersehen wir ferner die noch so wenig vollständig bekannten Verhältnisse derjenigen Algenklassen, welche im Wasser wachsen, so finden wir gegenwärtig besonders in den gemäßigteren und kalten Zonen die Acotyledoneen in ungeheurem Grade an Zahl und Menge überwiegend, in der heißen Zone dagegen, wie es scheint, erheblich zurückstehend. In früheren Perioden der Erde waren dieselben überall, je früher, desto entschiedener, vorherrschend, ja im ersten Anfange ganz allein vorhanden. Dieselben sind nach und nach durch die Samenpflanzen theilweise verdrängt worden; jedoch gelang diese Verdrängung vorzugsweise in der heißen Zone, weit weniger in den kälteren, indem die Unempfindlichkeit der meisten Acotyledoneen gegen die Kälte, sie hier den Samenpflanzen gegenüber begünstigte. Nur die vollkommensten Klassen unter den ersteren, die Farren, besonders die Laubfarren, konnten sich in den gemäßigteren Klimaten weit minder, als in den heißeren behaupten, da ihnen die Ausdauer gegen die Kälte in viel höherem Grade mangelt, als den Moosen und Flechten. So hat sich für die jetzige Periode ein Verhältniß herausgebildet, durch welches, trotz der unzweifelhaften Abnahme der Zahl der Gattungen, die Laubfarren in den heißeren Klimaten noch immerhin etwas mehr hervortreten, als in den gemäßigteren. Doch schon der Umstand, daß in den von großen Festländern entfernteren Inselgegenden, über welche sich die Samen der Samenpflanzen nicht so rasch und so massenhaft verbreiten konnten, als auf großen Continenten, das gleiche Hervortreten von Laubfarren, besonders von baumartigen, auch bei sehr gemäßigtem Klima, in gleichem, ja in noch viel höherem Grade stattfindet, muß uns von der voreilig aufgestellten Behauptung zurückhalten, als seien die Laubfarren, insbesondere die Baumfarren, überhaupt eine auf heiße Klimate beschränkte Klasse, und als dürften die zahlreichen Ueberreste derselben in den Schichten älterer Formationen in gemäßigten Gegenden der Erde für einen Beweis eines früheren heißeren Zustandes der Erde angesehen werden!

Die Acotyledoneen werden im Allgemeinen auch wohl klassificirt in solche, welche nur geschlossene Zellen, und solche, welche auch in offene Verbindung getretene Zellenreihen, nämlich Gefäße, enthalten. Man bezeichnet erstere als Zellenpflanzen (plantæ cellulares), letztere, zu welchen nur die Zapfenmoose und Farren gehören, als Gefäßpflanzen (plantæ vasculares), oder, weil alle Samenpflanzen ebenfalls den Namen Gefäßpflanzen verdienen, als Zellenkryptogamen und Gefäßkryptogamen.

Die Samenpflanzen.

I. Reihe:

Nacktsamige Pflanzen.

Gymnospermæ.

II. Reihe:

Hüllsamige Pflanzen.

Angiospermæ.

Uebersicht der nacktsamigen Pflanzen.

I. Klasse: **Cykadeen.** Cycadeæ.
II. Klasse: **Zapfenträger.** Coniferæ.

I. Klasse. Die Cykadeen.

Der gemeine Sagobaum (Fig. 117) der molukkischen Inseln ist das ausgezeichnetste Beispiel der Pflanzenklasse, welche nach diesem Baume die der Sagobäume oder Cykadeen genannt wird, und welche in ihrem Aeußern so große Aehnlichkeit mit den baumartigen Laubfarren besitzt, daß man die hieher gehörigen Gewächse, bevor man die Samen derselben kannte, wirklich zu den Farren rechnen zu müssen glaubte. Ein säulenförmig aufwachsender, brauner Stamm, welcher sich in seinem Umfange nach oben durchaus nicht „verjüngt," sondern sogar stellenweise stärker anschwillt, ist an seinem Gipfel gekrönt mit einem herrlichen Büschel der



Fig. 117. Der gemeine Sagobaum (Cycas circinalis). *

* a Der männliche Baum; b der weibliche Baum; c ein junger Stock.

großartigsten smaragdgrünen Wedel, welche in spiraler Ordnung um die Gipfelknospe gedrängt stehen, und von denen die innersten, jüngsten, der Mitte des Gipfels zunächst stehenden, die schöne bischofsstab- und schneckenförmige Einrollung zeigen, welche für die Farrenwedel so bezeichnend ist. Wirklich haben wir es auch hier nicht mit Blättern zu thun, sondern mit blattförmigen Zweigen, wie die Wedel der Farren sind, ein Verhältniß, welches hier noch entschiedener, als bei

jenen hervortritt, indem hier viel ausgezeichnetere **ächte Blätter** anzutreffen sind, als die „Spreublättchen“ der Laubfarren waren. Diese ächten Blätter stehen überall am Stamme und besonders zwischen den lebendigen Wedeln herum, werden aber leicht mit den Ueberresten der abgestorbenen Wedel verwechselt. Sie ahmen im Großen die Form der Lycopodienblätter nach, indem sie einer Pfeilspitze mit lang auslaufendem pfriemförmigem Ende ähneln. Hier aber sind es nicht geringe hautige Anhängsel, sondern stark entwickelte, wohl eine Spanne lange holzige Schuppen, deren Oberhaut ebenso, wie der Grund der Wedelstiele, dicht mit einem Filz von Haaren bekleidet ist. Der Stamm ist seiner ganzen Länge nach, wie mit groben Schuppen, bedeckt mit Blättern und den Ueberresten der bereits abgängig gewordenen älteren Wedel. Ein büscheliger Schopf von Wurzeln, welche zwischen den Ueberresten der allerältesten Wedel entspringen und den untersten Theil des Stammes dick umhüllen, hält den prächtigen Baum auf dem nassen Sande der Flußufer und in quellenreichen Gebirgsthälern im Boden fest, und führt ihm die nöthige Nahrungsfeuchtigkeit zu.

Auf einem Querdurchschnitte (Fig. 118) zeigt der Stamm des Sagobaumes, ähnlich wie der Stock des Farren, einen dichten holzigen Ring, welcher aus Bündeln von Prosenchymzellen besteht, und welcher eine starke mittlere parenchymatische

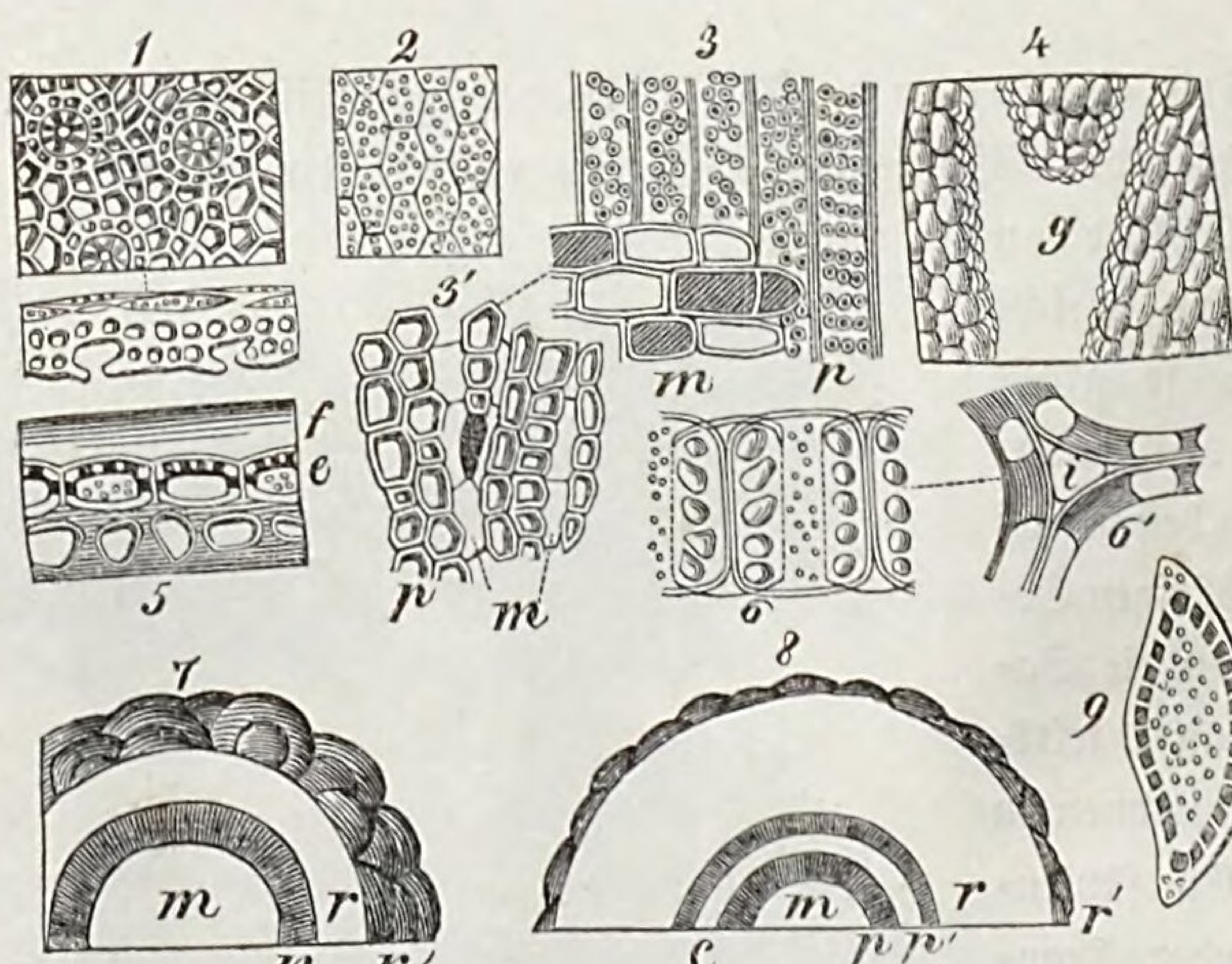


Fig. 118. Die Anatomie des Sagobaumes. *

* In Ermanglung von guten Abbildungen des gemeinen Sagobaumes und der Gelegenheit, solche zu liefern, sind solche Abbildungen benutzt worden, welche von ganz ähnlichen Sagobaumarten herrühren.

1 Ein Stück des Oberhautzellgewebes mit Stomaten vom chinesischen Sagobaume (Cycas revoluta), vergrößert; darunter ein Durchschnitt durch die Oberhaut und einen Theil des inneren Zellgewebes, um die Lufthöhlungen unter den Stomaten zu zeigen. — 2 Senkrechter Durchschnitt eines Theiles des Markparenchyms der Wedelstiele derselben Pflanzenart; die Zellen sind getüpfelt; vergrößert. — 3 Getüpfelte Prosenchymzellen (*p*) nebst einigen Markparenchymzellen (*m*) von derselben Art; 3′ Querschnitt durch eine solche Zellenpartie; *p* Prosenchymzellen; *m* Markstrahlen; vergrößert. — 4 Ein Stück eines aufgeschnittenen Gummiganges (*g*), welcher sich gerade aus der Vereinigung von zweien solchen Gängen bildet; die Zellen des umgebenden Parenchyms ragen blasig aufgetrieben in die Höhlung des Ganges hinein; vergrößert. — 5 Schnitt senkrecht auf die Fläche eines Wedellappen von derselben Art; die Oberhautzellen (*e*) sind nach den Seiten und nach der Oberfläche zu mit (im Schnitt dunkel erscheinenden) sogenannten »Poren« versehen, welche nur von der einfachen Zellenwandung umschlossen sind; *f* ist die firnißartige Aussonderungsschicht, welche die Oberhaut bedeckt; vergrößert. — 6 Zellen mit großen Tüpfeln gegen die Interzellularräume und kleinen an den Berührungsstellen der Zellenwandungen; bei 6′ ein Querdurchschnitt eines Interzellularraumes (*i*), nebst den betreffenden Theilen der Wandungen dreier Zellen; man bemerkt die »Poren« als dunklere Stellen; dieselben sind nur durch die einfache Zellenhaut geschlossen. — 7 Ein Theil des Querdurchschnittes des Stockes des südafrikanischen Sagobaumes (Zamia horida), $1/7$ der nat. Gr.; *m* Markparenchym; *p* Prosenchymring; *r* Rindenparenchym; *r′* Ueberreste von Blättern und Wedelstielen. — 8 Ein halber Querdurchschnitt eines jungen Stockes des chinesischen Sagobaumes, $1/2$ d. nat. Gr.; *m* Markparenchym; *p* innerer Prosenchymring; *c* lockeres Parenchym; *p′* äußerer Prosenchymring; *r* Rindenparenchym; *r′* Blätter und Wedelstiele. — 9 Durchschnitt eines Wedelstieles (nach einer fossilen Mantellia); man bemerkt deutlich die Gummigänge im Mark- und im Rindenparenchym, und den Ring der Prosenchymbündel; nat. Gr.

Markmasse umschließt und von der äußeren, ebenfalls parenchymatischen Rindenschicht, trennt. Jedoch ist dieser Ring hier viel regelmäßiger, dichter und geschlossener, als bei jenen und enthält keine eigentlichen Gefäße. Solche finden sich einzig auf der Grenze zwischen dem Holze und dem Marke. Das Markparenchym steht mit dem Rindenparenchym zwar in vielfacher Verbindung, indem schmale parenchymatische Partieen wie Strahlen allseitig vom Marke durch das Holz hindurch zur Rinde sich erstrecken, allein diese sogenannten „Markstrahlen" sind hier viel geringer, als bei den Laubfarren, und werden daher kaum bemerkt (Fig. 118, 3). Je jünger der Stock des Sagobaumes ist, desto deutlicher sieht man die Markstrahlen zwischen den einzelnen Prosenchymbündeln des holzigen Ringes, und diese letzteren sind desto geringer an Zahl. Mit zunehmendem Alter vermehrt sich die Zahl derselben, indem zwischen den zuvor vorhandenen neue Bündel auftreten, welche bei ihrer Ausbildung zu beiden Seiten neben sich einen schmalen Streifen der Markstrahlenzellen lassen, so daß daher die Zahl der Markstrahlen auf diese Weise verdoppelt, die verhältnißmäßige Breite derselben aber immer mehr verringert wird. Diese Veränderung geht Hand in Hand mit der Entwicklung neuer Wedel, bis daß der Holzring ganz dicht geschlossen erscheint, und dann hat der Stock seinen vollen Umfang erreicht, welcher ferner nicht mehr zunimmt, dagegen in die Länge fortwächst bis zu 20 oder 30 Fuß. Da der Holzring am fortsprossenden Gipfel des Stockes enger ist und gleichsam der frühesten Entwicklungsstufe entspricht, so fügen sich hier in denselben immerwährend die den neuentstehenden Wedeln entsprechenden Holzbündel ein und bewirken dadurch, daß der Stock, während er am Gipfel fortsproßt, zugleich an dem nächst unter diesem befindlichen Theile sich zu dem gleichen Grade des Umfanges ausdehnt, welchen der Fuß des Stockes besitzt. Ja, wenn durch besondere Umstände der Witterung, der Feuchtigkeit u. s. w. begünstigt, die sich neu bildenden Holzbündel sowohl, als Mark- und Rindenparenchym, in einem Jahre in größerer Fülle erzeugt werden, so kommt es gar nicht selten vor, daß der Stock stellenweise an einem höheren Theile dicker wird, als an einem unteren. Die Prosenchymzellen des holzigen Ringes sind sehr gleichförmig und gewähren unter dem Mikroskope einen höchst auffallenden Anblick (3), indem dieselben ihrer ganzen Länge nach eine große Menge, in mehreren ziemlich unregelmäßigen Reihen neben einander liegender Scheibenzeichnungen zeigen. Diese Erscheinung ist hervorgebracht durch die Punkte, an welchen die inneren Verdickungsschichten der Zellenwandungen fehlen; man nimmt dieselben wahr als sehr kleine runde durchsichtige Tüpfelchen, welche man für Löcher oder Poren in der Zellenwandung halten könnte, und deren jedes von einem einfachen oder doppelten ringförmigen Hofe umgeben ist. Man nennt Zellen, welche diese Erscheinung darbieten, „punktirte, getüpfelte," oder auch fälschlich „poröse" (S. 651). Da man im Ganzen noch wenige genaue Untersuchungen über die Sagobäume und die ihnen verwandten Gewächse machen konnte, indem solche in unsern botanischen Gärten nur als unantastbare Seltenheiten gezogen werden, so ist vieles in der Organisation derselben noch nicht aufgeklärt. Es scheint, daß der holzige Ring der Prosenchymbündel in den jungen Bäumen ein doppelter ist, und daß zwischen diesen beiden Ringen eine schmale Grenze, aus sehr zartem Parenchym bestehend, sich befinde.

Die Zellen des Markparenchyms sind mit außerordentlich reichlichen Mengen

von Stärkekörnchen erfüllt, welche unter dem Mikroskope eine ganz eigenthümliche, sehr plumpe und unregelmäßige Form zeigen. Diese Stärke wird als Satzmehl aus dem zerriebenen Marke in großer Quantität durch Ausschlämmen mit Wasser gewonnen, und über Feuer erhitzt und gedörrt, bildet sie den Sago. Dieser unterscheidet sich, abgesehen von der eigenthümlichen Form der Körnchen, nur in Folge des eben erwähnten Röstungsverfahrens von dem gewöhnlichen Stärkemehl der Getreidekörner und der Kartoffeln. Durch die Hitze wird nämlich die Stärke in kaltem Wasser auflöslich. Man kann daher mit jedem Stärkemehle den Sago nachahmen, und wirklich wird der meiste in den Handel kommende sogenannte Sago auf ähnliche Weise, theils aus dem Satzmehle des Markes der Sagopalme, theils aus Kartoffeln-, Erbsen- oder Weizenstärke (deutscher Sago) bereitet. Der Sago aus dem Marke des Sagobaumes hat einen eigenthümlichen, nicht eben angenehmen Geruch und Geschmack, welcher sich nur durch vielfache Auswässerung des frischen Satzmehles entfernen läßt.

Die Zellen des Rindenparenchyms stehen an den älteren Theilen nicht selten, ohne verlängert zu sein, unter einander in offener Verbindung, indem die Scheidewände an ihren Berührungsstellen in der Richtung der lebhaftesten Mittheilung der Säfte aufgelöst werden. Weite röhrenförmige Lücken zwischen den Zellen, sogenannte Interzellulargänge, sind in großer Menge vorhanden und mit reichlichen Vorräthen von wässerigem Gummisafte erfüllt, welcher aus jedem Einschnitte, den man am oberen Theile des Stockes anbringt, lebhaft hervorquillt und trocknend eine dem Tragantgummi sehr ähnliche, klare Masse bildet.

Das Gummi, eine der Cellulose, dem Traubenzucker, der Stärke und dem Dextrin isomere Substanz, hat die Eigenschaft, sich in kaltem Wasser völlig aufzulösen, in Weingeist dagegen völlig unauflöslich zu sein. Ja, gießt man Weingeist zu einer wässerigen Lösung von Gummi, so scheidet letzteres sich sogar aus der Auflösung ab und bildet einen flockigen Niederschlag in derselben. Durch dieses Verhalten unterscheidet sich Gummi sehr leicht von den Harzen, mit welchen man manche Gummiarten (Kirschgummi oder fälschlich „Kirschharz" und ebenso Pflaumengummi) im gewöhnlichen Leben wohl verwechselt. Es ist vorhin angegeben, daß man Stärke durch bloße Röstung in einen Zustand versetzen kann, in welchem dieselbe, wie Gummi, in kaltem Wasser löslich wird; man nennt dieselbe in diesem Zustande Stärkegummi oder Dextrin, welches ein wesentlicher Bestandtheil des Sago ist. Das Dextrin ist dem Gummi dennoch nicht vollkommen gleich, obwohl in dem chemischen Verhalten beider Substanzen kein Unterschied wahrgenommen werden kann. Läßt man aber durch eine wässerige Dextrinlösung einen polarisirten (d. h. von einem Spiegel in bestimmter Richtung zurückgeworfenen) Lichtstrahl hindurchfallen, so erleidet derselbe auf diesem Wege eine Ablenkung zur rechten Seite hin (daher der Name von dexter = rechts), während bei gleichem Versuche eine Gummilösung den Lichtstrahl zur linken ablenkt und somit den Namen Sinistrin (von links = sinister) verdienen würde. Das gleiche optische (d. h. das Licht betreffende) Verhalten theilt mit dem Dextrin übrigens im nämlichen Grade die Stärke und in ganz schwachem Grade auch der Rohrzucker, während der Trauben- oder Krümelzucker in dieser Beziehung mit dem Gummi übereinstimmt. Wir werden weiter unten Gelegenheit haben, einen höchst merkwürdigen Zusammen-

hang unter allen genannten Substanzen durch die Lebensthätigkeiten der Pflanzen vermittelt zu sehen.

Eine Oberhaut besitzt der Stock des Sagobaumes eigentlich gar nicht; denn derselbe ist so dicht mit Blättern und Wedeln besetzt, daß diese keinen Raum zwischen sich lassen.

Die eigentlichen Blätter bestehen aus einem parenchymatischen Gewebe sehr fester, holzartiger Zellen, von Prosenchymbündeln der Länge nach durchzogen. Sie haben auf der dem Stocke zugewandten Oberseite, mit deren unterem Theile sie einen kleinen Abschnitt der Rundung des Stockes umfassen, eine Hohlrinne, welche durch einen der Mitte nach verlaufenden hervorragenden Längskiel in ihrem oberen Theile deutlich in zwei seitliche Rinnen getheilt erscheint. Die Haare, welche die Oberhaut dieser Blätter dicht bekleiden, bestehen aus Zellen, welche, ohne irgend eine Verlängerung erlitten zu haben, doch deutlich eine spiralig verlaufende innere Verdickungsschicht der Zellenwandung zeigen. Freilich berühren sich die Windungen der Spiralleiste unter einander.

Der gleiche Filz, goldbraun von Farbe, bekleidet auch die Wedelstiele theilweise und füllt auf diese Weise die engen Zwischenräume zwischen den Blättern und Wedeln völlig aus, so daß der Stock unter einer vollkommen schützenden Decke verhüllt ist.

Die Wedel, so lange sie lebendig sind, von herrlich grüner Farbe, erreichen eine Länge von sechs Fuß. Sie haben eine stielartige Mittelrippe, welche an ihrem untersten Theile breit und dem unteren Theile eines ächten Blattes ähnlich, im Uebrigen aber fast ganz walzenrund, nur jederseits mit einer geringen kielartigen Kante versehen und in der halben Länge des Wedels etwa fingersdick ist. Die erwähnten Kanten, welche den Umfang des Stieles in zwei nicht ganz gleiche Hälften theilen, indem sie der oberen Seite des Wedels etwas mehr genähert sind, tragen Stacheln mit scharfen umgekrümmten Spitzen, ganz den Stacheln eines Rosenstrauches ähnlich. Sehr zahlreiche, jederseits bis dreißig, einfache, schmale, mehr als spannenlange Seitenlappen stehen an der Mittelrippe, wie die Bärtchen an einer Feder. Jeder derselben ist von einer besondern einfachen Seitenrippe gebildet, zu deren beiden Seiten eine saumartige Ausbreitung von lederartig festem Parenchym verläuft, welche am Grunde des Seitenlappens unmittelbar in die stachlige Kante der Mittelrippe des Wedels übergeht und sich von dieser nur durch beträchtlichere Breite unterscheidet. Die Entwicklung dieser Seitenlappen scheint ganz mit derjenigen der Seitenlappen der Farrenwedel (Seite 661) übereinzustimmen, indem man bei einem noch nicht ganz ausgebildeten Wedel deutlich erkennen kann, daß die Spitze desselben sich ungleich in einen ausgebreiteten Gabelast theilt, welcher als Seitenlappen zur Seite gedrängt wird, und in einen stielartigen Gabelast, welcher als Fortsetzung der Mittelrippe erscheint und sich demnächst sogleich wiederum theilt, aber nunmehr einen Seitenlappen nach der andern Seite abgibt.

Die Wedel entspringen in den Achseln der Blätter rings um den Gipfel des Sagobaumstockes. Da jedem Blatte entsprechend ein Prosenchymbündel des Stockes, anstatt sich in der Richtung des letztern zu verlängern, mit dem innerhalb des Blattes sich entwickelnden Prosenchyme in Verbindung tritt und somit zunächst über der Ursprungsstelle jedes Blattes ein von markigem Parenchym ausgefüllter Zwischen=

raum zwischen den Prosenchymbündeln, ein mit der Rindenschicht zunächst zusammenhangender „Markstrahl" sich befindet, dessen Zellen die in dem Blatte assimilirten Nahrungsstoffe zunächst zu benutzen im Stande sind, so geht allemal von einem solchen Punkte die Entwicklung einer Seitenknospe aus, welche den Wedel erzeugt. Die Prosenchymbündel des Wedels fügen sich dann in die Fuge des Markstrahles ein und treiben durch ihre Entwicklung den Ring der Prosenchymbündel auseinander, indem sie sich zwischen die älteren Bündel hineinzwängen. Die fortsprossende Gipfelknospe des Stockes ist von dicht zusammenstehenden Blättern ganz verhüllt; zwischen diesen brechen zu Zeiten die jungen Wedel hervor, wobei dieselben ganz die Form junger Farrenwedel zeigen. Die Mittelrippe der Wedel zeigt auf dem Querschnitte eine mit dichter Oberhautzellenschicht überkleidete parenchymatische und durch Chlorophyll grün gefärbte Rindenschicht, innerhalb deren ein farbloser, dichter, holziger Ring von Prosenchymbündeln das sehr stark entwickelte, die Mitte des Ganzen einnehmende, farblose Markparenchym umgibt. Breite Markstrahlen verbinden das Mark mit dem Rindenparenchym. Die Prosenchymbündel haben diese regelmäßige, dem Umfange der Mittelrippe selbst parallele Anordnung jedoch nur im unteren Theile des Wedels; mehr gegen die Mitte und das Ende des letzteren erscheinen sie unregelmäßiger zerstreut in der minder unterscheidbaren Masse des Mark- und Rindenparenchyms. Die Holzzellen des Prosenchyms sind auch hier getüpfelt, ebenso wie die des Stockes. Selbst die Zellen des Parenchyms zeigen sich übrigens mit stark verdickten Zellenwandungen und zahlreichen Tüpfeln („Poren") versehen, und bieten dabei die merkwürdige Erscheinung dar, daß diese unverdickt gebliebenen Tüpfelstellen an den Theilen des Umfangs, mit welchen die Zellen sich untereinander berühren, sehr klein, an solchen Theilen dagegen, welche Zwischenräume zwischen den Zellen, Interzellularräume, wie sie im Parenchym in großer Menge vorkommen, begrenzen, sehr groß sind. Die Oberhautzellen selbst sind mit Verdickungsschichten und einfach gebliebenen Tüpfelstellen selbst auf der der Luft zugewandten Außenwandung versehen. Alle diese Verhältnisse wiederholen sich nur mit den Modifikationen, welche die äußere Form schon selber andeutet, bei den Seitenlappen des Wedels. Ueberall ist die Oberhaut (Fig. 118, 5) mit einer den Oberhautzellen an Dicke gleichkommenden firnißartigen Aussonderungsschicht bedeckt. Den Zugang der Luft verstatten sehr zahlreiche Stomate (1), welche ganz außerordentlich denen der Marchantie (Seite 628) ähneln, indem sie, wie bei jenen, nicht von zweien oder vieren eigenthümlich geformten Zellen, sondern von einer im Kreise herumgestellten Gruppe kleinerer Zellchen umgeben sind. Diese Stomate stehen zunächst mit beträchtlichen Luftlücken, welche unmittelbar unterhalb derselben liegen, in Verbindung; außerdem aber mit sehr zahlreichen Interzellularräumen, welche das ganze Parenchym der Wedel, sowohl der Seitenlappen, als auch der Mittelrippe durchziehen. Die beträchtlichsten solcher Interzellularräume sind röhrenartig die ganze Länge der Wedel durchlaufende, ziemlich weite Lücken, welche stets mit reichlichen Mengen von Gummisaft erfüllt sind. Diese sogenannten Gummigänge (s. Fig. 118) werden überall unmittelbar von den Parenchymzellen, sowohl des Markes, als auch der Rinde, begrenzt, und es läßt sich kaum zweifeln, daß aus diesen letzteren der Saft durch Exosmose herausdringe, welcher sich in ihnen angesammelt findet. Die im Stocke des Baumes aufsteigenden Säfte verhalten sich,

so wie die überall in den Zellen des Markes zu Zeiten in so großer Menge angehäufte Stärke, gegen das Licht als Dextrine. Wenn aber diese Säfte bis in das Parenchym der Wedel sich verbreitet haben, so sammeln sie sich in den Interzellulargängen als „Sinistrine,“ wie wir das Gummi nennen dürfen, und fließen als solche wieder abwärts der Rinde zu, wo wir am Stocke dieselben Gummigänge bereits kennen lernten. Hier scheinen dieselben sich weiter zu verändern, indem sie, von Zelle zu Zelle sich mittheilend, theils die Wandungen derselben verdicken, theils die Bildung neuer Zellen begünstigen. Das Gummi in den Gummigängen des Sagobaumes ist übrigens, wie dieses bei sehr vielen Gummisäfte enthaltenden Pflanzen der Fall ist, keineswegs unvermischt und rein, sondern dasselbe ist begleitet von einer andern isomeren Substanz, dem Pflanzenschleime, welcher in Wasser zwar außerordentlich aufquillt, allein sich doch nicht völlig auflöst, und welcher somit gleichsam eine Zwischenstufe zwischen Stärke oder Cellulose und Gummi bildet. Auch wirkliche harzige Substanzen scheinen den Gummisäften des Sagobaumes beigemengt zu sein.

Die Bildung neuer Zellen geht, wie es scheint, vor sich auf der Grenze zwischen dem inneren Ringe von Prosenchymbündeln und dem Rindenparenchym, und zwar in der Weise, daß neue Prosenchymzellen sich an die Prosenchymbündel, neue Parenchymzellen sich an die parenchymatischen Markstrahlen anfügen. Jedoch ist dieser Vorgang einestheils bei den Sagobäumen noch wenig genau beobachtet, anderntheils entweder ganz unmerklich, oder doch sehr wenig regelmäßig. Wir werden bei den Fichten Erscheinungen kennen lernen, bei deren Betrachtung wir uns erinnern müssen, daß man auf Durchschnitten von jungen Sagobäumen (Fig. 118) mitunter den holzigen Ring der Prosenchymbündel verdoppelt antrifft, so daß eine schmale Grenze zarten Parenchymes den inneren Ring von dem äußeren scheidet, während später beide Ringe sich ganz unmittelbar zusammen berühren und endlich völlig vereinigen, eine Veränderung, welche sich erklären würde, wenn man annimmt, daß das sehr bildungsfähige Parenchym zwischen den inneren und den äußeren Prosenchymbündeln sich allmählig in Prosenchym verwandle.

Das Hervorbrechen der Wedel geht periodisch vor sich. Viele Blattachseln erzeugen durchaus keine solche, dagegen zu bestimmten Zeiten entspringen Wedel aus vielen Blattachseln einer bestimmten Spirale von Blättern sehr nahe unter der fortsprossenden Gipfelknospe zu gleicher Zeit. Es finden sich meistens drei solcher Kreise von Wedeln, von denen der äußerste, der weitesten Blätterspirale entsprechende, der zahlreichste ist, und etwa sechszehn Wedel enthält, während der zweite, engere Kreis aus etwa 10, der drittte innerste nur aus 8 Wedeln besteht. Alljährlich einmal fallen die Wedel ab, nämlich nach der Reife des Samens.

Der Regel nach wächst der Stock des Sagobaumes, da die Zweige desselben als Wedel die Natur von Blättern besitzen und mit begrenztem Wachsthume regelmäßig absterben, immer nur durch die Gipfelknospe fort, ganz wie der Stock der Baumfarren. Allein, wie bei diesen (Seite 671), kommt es auch mitunter vor, daß, anstatt einer Gipfelzelle, zwei solche den Stock fortsetzen und der letztere in Folge dessen dann gabelig getheilt erscheint. Ja, man will Beispiele von zweifacher Gabelung, sowohl regelmäßiger in vier Gabeläste, als auch unregelmäßiger in drei Gabeläste beobachtet haben.

Man unterscheidet beim Sagobaume (s. Fig. 117) männliche und weibliche Pflanzen, d. h. solche, welche keine Samen tragen (a) und andere, bei welchen sich Samen finden (b). Beide Geschlechter lassen außer diesem einen Unterschiede durchaus keine weiteren Verschiedenheiten wahrnehmen. Die ersteren tragen eine Art von Sporen, ganz ähnlich wie die Laubfarren, doch sind hier diese Sporen, ganz ähnlich wie die kleinzelligen Sporen der Zapfenmoose (Seite 653), nicht entwicklungsfähig, sondern dienen zur Befruchtung der zur Entwicklung von Samen bestimmten Keime der weiblichen Bäume. Man nennt die Sporen daher hier mit einem anderen Namen Blüthenstaub- oder Pollenzellen.

Die Gipfelknospe der männlichen Bäume entwickelt sich zu gewissen Zeiten in einem ungewöhnlichen Grade, während die Blätter, welche an derselben in großer Menge in dicht gedrängten Spiralen stehen, eine etwas eigenthümliche Form annehmen. Die ganze Endknospe gleicht dann einem Tannenzapfen in kolossalem Maßstabe (Fig. 119, 1), einen Fuß lang, fünf Zolle dick, oben und unten etwas zugerundet, äußerlich ganz dicht mit goldbraunem Haarfilze bedeckt. Die Axe des Zapfens ist die Verlängerung des Stockes selbst; sie ist sehr dick und aus saftigem Zellgewebe gebildet („fleischig"). Die braunen Blätter bilden die Schuppen dieses Zapfens und liegen so dicht zusammengedrängt, daß sie sich untereinander flach vierseitig abplatten. Der Querschnitt eines solchen Blattes ist rautenförmig. Das frei herausragende Ende des Blattes verdickt sich zu einer Art von Schild, mit einer aufwärts gebogenen, weichen Spitze. Es muß uns diese ganze Bildung in hohem Grade an den Fruchtzapfen der Zapfenfarren, der Schafthalme (Seite 690) erinnern. Noch größer aber wird die Aehnlichkeit durch die Entwicklung der Sporangien oder, wie wir sie hier nennen müssen, der Pollenbehälter. Auf der Unterseite der Zapfenblätter (Fig 119, 2) bilden sich warzenförmige Zellenhäufchen in großer Zahl, und innerhalb eines jeden Zellenhäufchens wird eine Zelle vorherrschend ausgebildet und erzeugt in sich vier Tochterzellen, welche abermals in sich Tochterzellen entstehen lassen, selber aber, wie die Mutterzelle aufgelöst werden. So wird jedes der warzenartigen Zellenhäufchen in ein zelliges Kapselchen (Fig. 119, 3) verwandelt, innerhalb dessen eine große Menge von Zellen frei ausgebildet liegt. Sobald die letzteren Zellen, welche die Pollenzellen sind, sich ganz entwickelt haben, und die Blätter des Zapfens abzusterben beginnen, so entstehen Zwischenräume zwischen den letzteren durch die Zusammentrocknung der zuvor so saftreichen Organe,

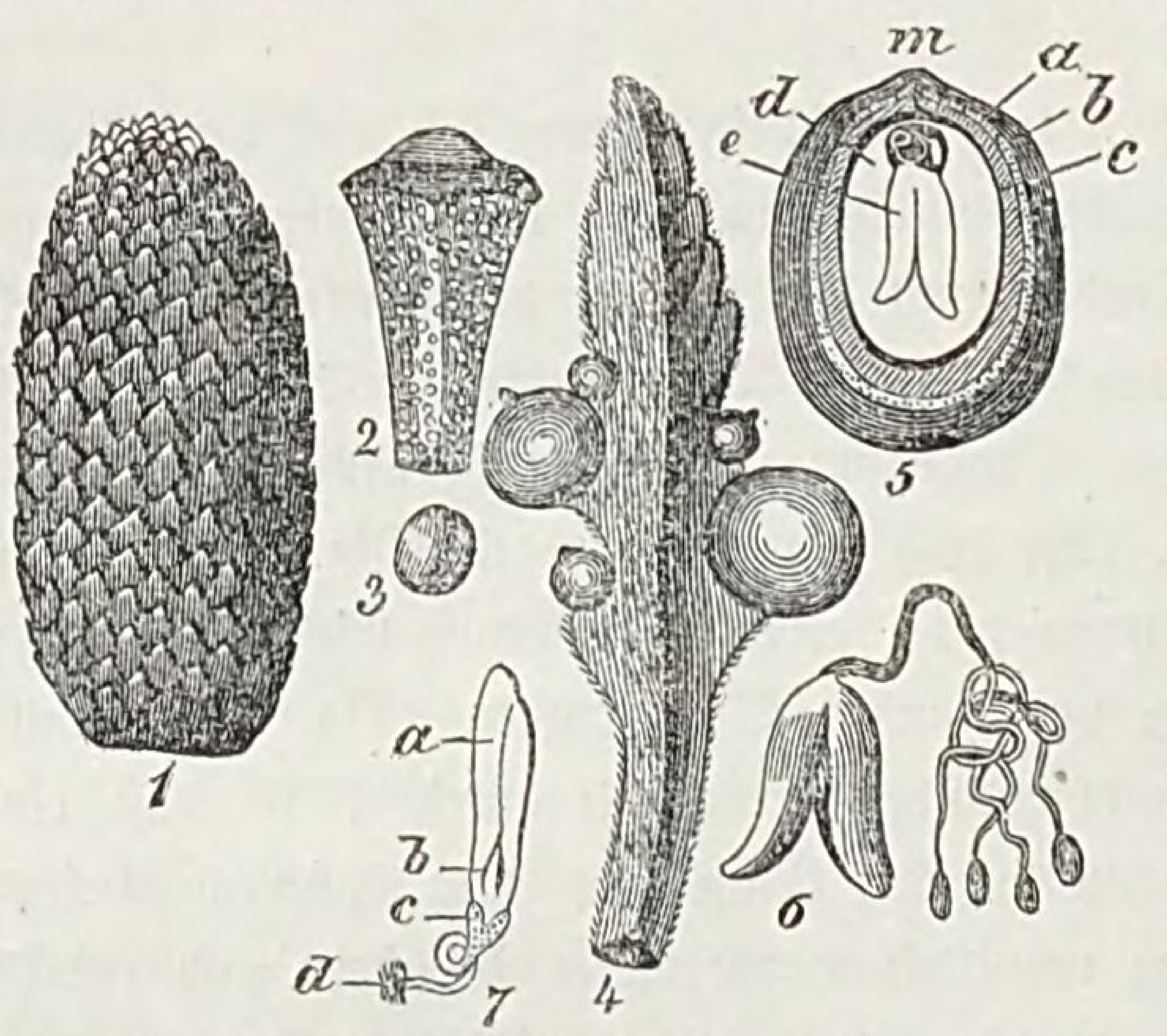


Fig. 119. Die Fortpflanzungsorgane der Sagobäume.*

* 1 Der männliche Zapfen, $^1/_{10}$ d. nat. Gr. — 2 Ein Blatt des Zapfens von der Unterseite, um die Staubkapselchen zu zeigen. — 3 Ein aufgeplatztes Staubkapselchen, vergrößert. — 4 Der fruchtbare weibliche Wedel (Samenträger) mit Samen in verschiedenem Grade der Ausbildung. — 5 Der reife Same senkrecht durchschnitten, $^1/_2$ d. nat. Gr.; *m* Mikropyle; *a* Fleischschicht der äußeren Samenhülle; *b* Steinschicht derselben; *c* schwammige innere Hülle; *d* Endosperm; *e* Embryo. — 6 Der Embryo nebst dem Vorkeimfaden und vier andern unentwickelten Embryonen; man sieht zwischen den beiden Cotyledonen die Knospe zu einem neuen Blatte — 7 Der Embryo des südafrikanischen Sagobaumes (**Zamia**), senkrecht angeschnitten; *a* Cotyledonen; *b* Keimknospe; *c* der scheidenartig den Embryo umfassende Theil des Vorkeims; der umfaßte Theil des Embryo ist der Anfang eines Würzelchens; *d* ein Rest des Endosperms, mit welchem bei dieser Pflanze der Vorkeimsfaden zusammengewachsen ist.

und die aus sehr dickwandigen getüpfelten Zellen bestehenden Kapselchen springen, in zwei Hälften zerreißend, auf, so daß die Pollenzellen herausfallen. Ein Windhauch entführt um diese Zeit ganze Wolken dieses äußerst zarten, aus den Pollenzellen bestehenden, Blüthenstaubes. Die Zellen sind ganz wie die Sporen der Moose und Farren gebildet und verrathen durch einen starken, nicht eben angenehmen Duft einen Inhalt eigenthümlicher, nicht genauer bekannter, Substanzen, theilweise ätherischer (flüchtiger) Oele. Nach der Verschüttung des Staubes fallen die alten Wedel unterhalb des Zapfens ab, und später bricht aus der Mitte des letzteren die sich weiter entwickelnde Gipfelknospe hervor und erzeugt neue Kreise von Wedeln.

Der Same der weiblichen Bäume entwickelt sich an eigenthümlich gestalteten Wedeln, welche dicht behaart und, wenigstens bei der Reife, braungefärbt sind. Diese fruchtbaren Wedel brechen aus den Achseln der Blätter hervor, welche innerhalb der Kreise der unfruchtbaren Wedel zunächst die Gipfelknospe umhüllen. Sie sind nur etwa 1½ bis 2 Fuß lang, ganz einfach, an ihrem Grunde dreikantig, in der Mitte und am Ende ein wenig zungenförmig ausgebreitet und am Rande mit abgerundeten Vorragungen, gleichsam unausgebildet gebliebenen Ansätzen zu Seitenlappen, versehen. In den Einschnitten zwischen den so eben angedeuteten Vorragungen am Rande dieser Wedel bilden sich kleine Knospen, die Samenknospen.

Die Samenknospe * bildet sich, ganz wie eine Achselknospe, die sich zu einem Zweige entwickeln will, aus einer einzigen Zelle, welche durch Theilung ein warzenförmiges Zellenhäufchen darstellt. Kurz nach der Entstehung dieses Zellenhäufchens erheben sich rings um den Grund (Knospengrund) desselben alle Zellen gleichzeitig, wie wenn jede derselben ein Blatt erzeugen wollte; wirklich vermehren sich die betreffenden Zellen und bilden, ähnlich wie die sich gleichzeitig entwickelnden und daher mit ihren Rändern vereinigten Blätter der Schafthalme, eine scheidenartige Decke, welche das Zellenhäufchen, den sogenannten Knospenkern der Samenknospe, ganz umhüllt und nur am Gipfel eine kleine Oeffnung, den Knospenmund oder die Mikropyle übrig läßt. Dabei dehnt sich der Knospenkern durch Vermehrung seiner Zellen aus, so daß die Knospendecke nur durch die seitliche Vermehrung der Zellen, aus welchen sie besteht, die nöthige Weite behauptet, um den wachsenden Knospenkern in sich fassen zu können. Um den Knospenmund erhebt sich der Rand derselben in Form einer kleinen engen Röhre. Zu gleicher Zeit aber hat sich um den Grund der ersten Decke schon eine zweite in ähnlicher Weise erhoben und ahmt alle von jener durchlaufenen Entwicklungsfortschritte unmittelbar nach, so daß auch sie endlich an der röhrenförmigen Verlängerung der Mikropyle Theil nimmt. Diese äußere Decke entwickelt sich vom ersten Anfange an als eine dickere Parenchymmasse, als die innere (Fig. 120). Noch bevor die Zeit kommt, zu welcher die Verschüttung des Pollenstaubes aus dem Zapfen des männlichen Sagobaumes erfolgt, hat der Knospenkern, wel-

* Die folgende Entwicklung der Samenknospe zum Samen ist bei den Cykadeen selbst zwar bislang nicht beobachtend verfolgt worden; indeß gestattet die Beschaffenheit des Samens und seiner einzelnen Theile die bestimmte Vermuthung, daß die Vorgänge dieser Entwicklung ganz ähnlich stattfinden werden, wie bei den Fichtensamen, nach deren Entwicklungsgeschichte hier die der Cykadeen vermuthungsweise ergänzt worden ist.

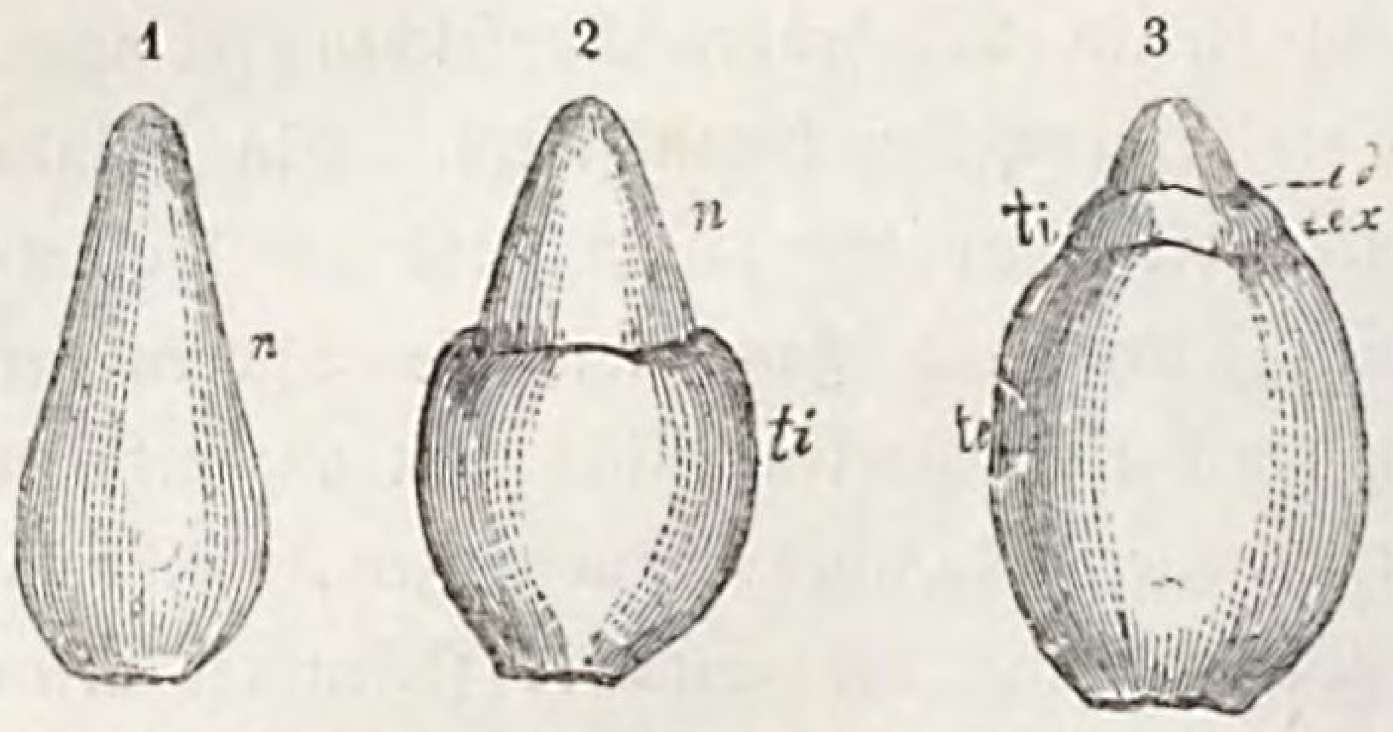


Fig. 120. Die Samenknospe von **Polygonum cymosum.** *

* Um die Bildung der Samenknospenhüllen zu erläutern, bedienen wir uns eines Beispiels von einer einheimischen Pflanze, bei welcher der Vorgang sehr ähnlich ist. — Bei 1 ist die Samenknospe allein sehr vergrößert dargestellt; bei 2 ist die erste Hülle zur Hälfte ausgebildet; bei 3 ist die erste fast bis zum Gipfel der Knospe emporgewachsen und die zweite bereits nachgefolgt. — *n* Samenknospe; *ti* innere Hülle; *te* äußere Hülle; *ed* Mündungsrand der ersteren; *ex* Mündungsrand der letzteren.

cher ganz aus feinzelligem Parenchym besteht, eine neue Veränderung erlitten, welche jedoch äußerlich nicht wahrnehmbar ist, sondern sich nur auf einem Durchschnitte bei mikroskopischer Untersuchung zeigt. Es ist nämlich eine der Zellen desselben auffallend erweitert worden; man nennt dieselbe nunmehr das Keimsäckchen. Dieses enthält eine trübe Flüssigkeit, welche sich bald als ein Cytoblastem ausweist; denn sie zeigt dichtere Körperchen in der Flüssigkeit, Cytoblasten, um welche sich viele zarte Zellen bilden, die zuerst nur die Wand des Keimsäckchens, an welche sie sich anhängen, gleichsam auskleiden, endlich aber das Keimsäckchen als ein dichtgedrängtes Parenchym gänzlich erfüllen. Innerhalb dieses Parenchyms, welches Endosperm genannt wird, zeichnen sich bald wieder einige Zellen, die sogenannten Korpuskula (Einzahl Korpuskulum), durch beträchtlichere Größe aus.

Die ganze Samenknospe besteht also nun von außen nach innen aus 1) der äußeren Knospendecke; 2) der inneren Knospendecke, beide auf dem Gipfel der Samenknospe die röhrenförmige Mikropyle bildend; 3) dem Knospenkerne; 4) dem darin befindlichen Keimsäckchen, mit dem Endosperm erfüllt und 5) dem im Endosperm eingebetteten Korpuskulum (zwar sind deren mehrere vorhanden, doch wird nur eins weiter entwickelt).

Die mit Samenknospen besetzten fruchtbaren Wedel stehen um diese Zeit noch gegen den Gipfel des Stockes zusammengeneigt, so daß sie auch eine zapfenähnliche Gruppe bilden. Wo nur weibliche Sagobäume wachsen, da werden die Samenknospen nie zu wirklichem Samen ausgebildet, sondern sie sterben unentwickelt mit den Wedeln, auf welchen sie standen, wieder ab. Wo aber männliche, Pollenstaub erzeugende Bäume in der Nähe sich befinden, da entwickeln sich die Samenknospen. Schon hieraus läßt sich vermuthen, daß eine Einwirkung des Pollen auf die Samenknospen stattfinden müsse. Es ist dieses ganz derselbe bestimmte Grund zur Vermuthung einer Einwirkung des Inhaltes der Antheridien bei den Moosen auf die Sporangien dieser Gewächse, welchen man daraus ableiten muß, daß diejenigen Moose, bei welchen gewisse („männliche") Pflanzen nur Antheridien, gewisse andere („weibliche") nur Sporangien tragen, da, wo zwischen den weiblichen durchaus keine männliche Pflanzen vorkommen, niemals ihre Sporangien bis zur Erzeugung reifen Samens entwickeln. Bei den Sagobäumen ist nun freilich die Einwirkung des Pollen auf die Samenknospe unmittelbar nachzuweisen.

Die Zahl der Pollenzellchen, welche aus dem Zapfen eines einzigen männlichen Baumes verschüttet werden, ist außerordentlich groß. Es kann nicht fehlen, daß dieselben, da sie als der feinste Staub die ganze Luft umher erfüllen, auch in Menge auf die fruchtbaren Wedel der weiblichen Bäume gelangen. Insbesondere gerathen dieselben auch auf die Mikropyle der meisten Samenknospen, und hier geht nun mit denselben eine wichtige Veränderung vor sich, welche große Aehnlichkeit

zeigt mit den ersten Erscheinungen der Keimung der Sporen von Moosen und Farren, und welche ohne Zweifel (da man durch dasselbe Mittel sie künstlich hervorrufen kann) bewirkt wird durch die Einwirkung von Feuchtigkeit, von welcher eine äußerst geringe Menge, die in der Mündung der Mikropyle kaum fehlen kann, zu diesem Erfolge hinreicht. Es schwillt nämlich die Pollenzelle auf und, während die äußere Aussonderungsschicht und die Zellenwandung zerreißt, dringt die innere Zellenhaut schlauchförmig ausgedehnt heraus (Fig. 121). Diese innere Zellenhaut ist äußerst zart und dehnbar; so groß die Begier, mit welcher der an aufgelösten Substanzen sehr reiche Zellensaft vermittelst der Endosmose Feuchtigkeit in sich aufnimmt und sich dadurch vermehrt, eben so groß ist die Nachgiebigkeit, mit welcher der Schlauch jener Haut, der sogenannte Pollen-

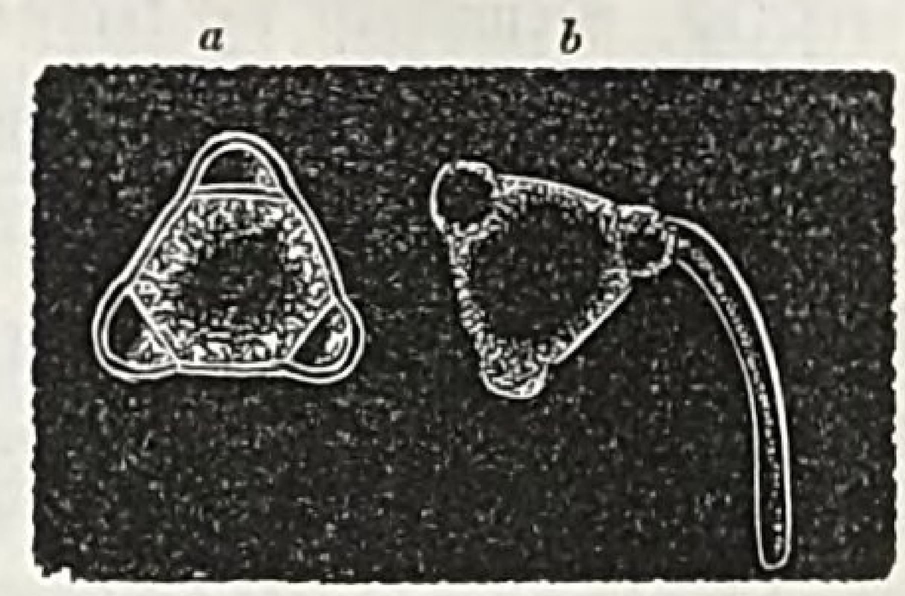


Fig. 121. Die Bildung des Pollenschlauches. *

* Um ein Beispiel von der Bildung des Pollenschlauches zu geben, benutzen wir die Abbildung des Blüthenstaubes der gemeinen Nachtkerze (Oenothera biennis) — *a* Eine im Wasser aufgeschwollene Blüthenstaub- oder Pollenzelle, bei dieser Pflanze von tetraedrischer Form, stark vergrößert; *b* dieselbe mit einem hervorgequollenen Pollenschlauche.

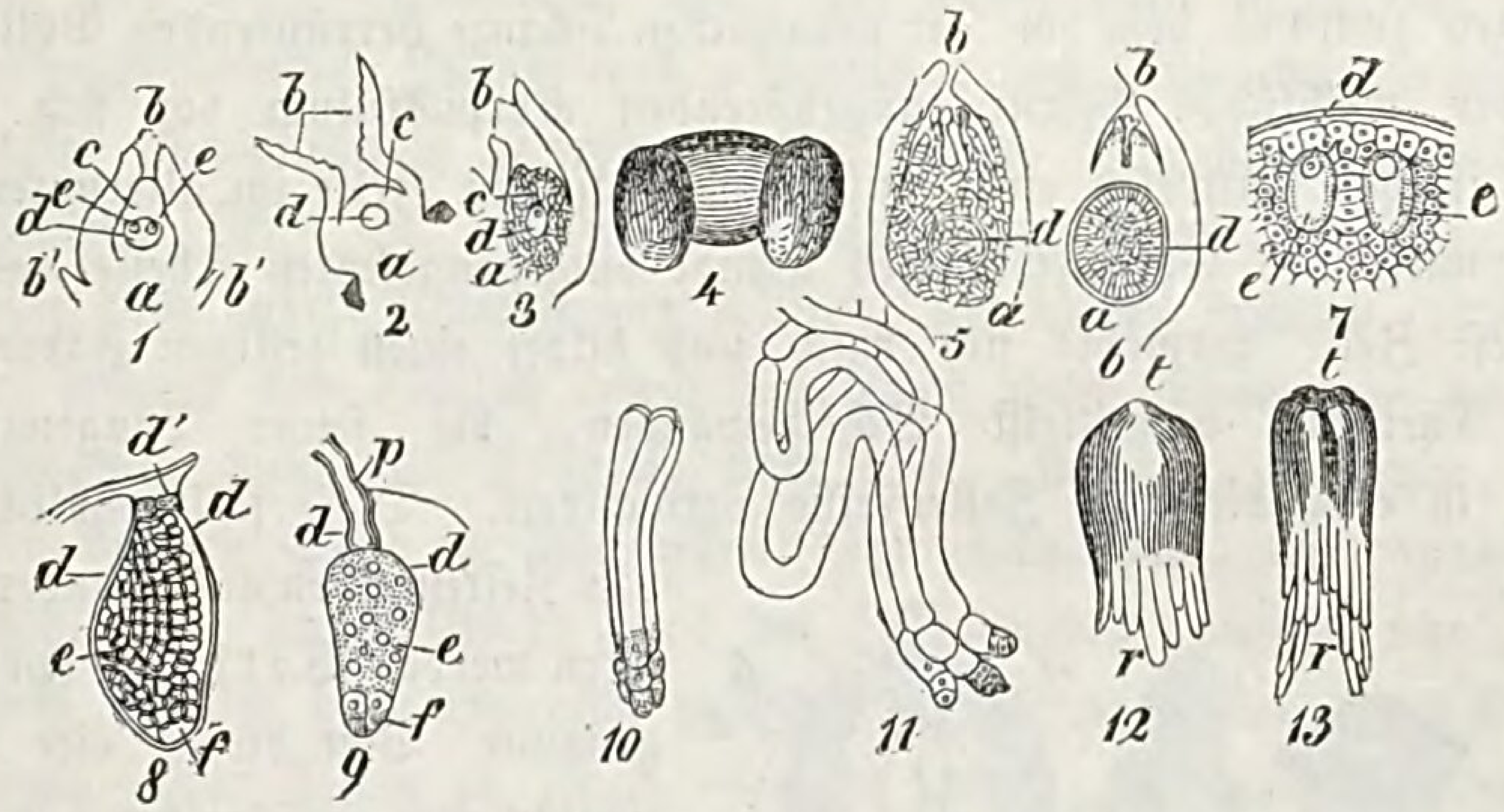


Fig. 121, *a*. Die Befruchtung und Samenbildung. *

* Zur Versinnlichung dieses Vorganges bedienen wir uns der Darstellung der ganz entsprechenden Befruchtung einer Samenknospe der Coniferen.

1 Die Samenknospe des Eibenbaumes (Taxus baccata) senkrecht durchschnitten, vergrößert. — 2 Die Samenknospe der gemeinen Tanne (Pinus abies) ebenso. — 3 Die Samenknospe der österreichischen Föhre (Pinus austriaca), senkrechter Durchschnitt, beim Beginne der Blüthezeit, Anfang des Juni, nach einer 150fachen Vergrößerung sechsfach verkleinert gezeichnet. — 4 Ein Pollenkörperchen der gemeinen Föhre (Pinus sylvestris), 200fach vergrößert. — 5 Die Samenknospe der Strandkiefer (Pinus maritima) senkrecht durchschnitten, im Anfange des Januar des zweiten Jahres, wo das Keimsäckchen sich mit einem vorläufigen Endosperm *d* gefüllt hat, und zwei Pollenschläuche, in den Gipfel der Samenknospe eingedrungen, sichtbar sind. Die Pollenkörper liegen deutlich unter der Mikropyle. Die Figur ist nach einer 300fachen Vergrößerung neunfach verkleinert gezeichnet. — 6 Die Samenknospe der gemeinen Föhre (P. sylvestris) senkrecht durchschnitten, 20. Mai des zweiten Jahres, wo der Pollenschlauch noch im Gipfel der Samenknospe steckt, das Keimsäckchen aber zum zweitenmale mit Zellgewebe, dem eigentlichen Endosperm, gefüllt ist. Die Figur ist nach 50facher Vergrößerung fünfmal verkleinert gezeichnet. — 7 Längsschnitt durch den oberen Theil des Endosperms, Ende Mai des zweiten Jahres, wo sich zwei neugebildete Korpuskula (*e*, *e*) mit ihren Cytoblasten zeigen, welche selber als Zellenbläschen erscheinen. Die Figur ist nach einer 150fachen Vergrößerung dreifach verkleinert gezeichnet. — 8 Längsschnitt durch ein Korpuskulum, welches zur Befruchtung bereit ist, am 9. Juni des zweiten Jahres; es ist ganz mit einem Brei von Zellen gefüllt, unten zeigt sich die größere Keimzelle *f*. Die Figur ist nach einer 300fachen Vergrößerung vierfach verkleinert gezeichnet. — 9 Längsschnitt durch den oberen Theil des Endosperms und ein Korpuskulum, welches durch den bis zu ihm gelangten Pollenschlauch *p* vor Kurzem befruchtet ist; aus dem Keimbläschen ist ein achtzelliger Vorkeim geworden; am 18. Juni des zweiten Jahres. Die Figur ist nach einer 120fachen Vergrößerung dreifach verkleinert gezeichnet. — 10 Der Vorkeim aus dem Korpuskulum der Weymouthskiefer (Pinus strobus), Ende Juni des zweiten Jahres, wo derselbe gerade im Begriffe ist, in vier Vorkeime zu zerfallen. Die Figur ist nach einer 100fachen Vergrößerung dreifach verkleinert gezeichnet. — 11 Die nämlichen vier Vorkeime am letzten Juni, wo dieselben bereits von einander gesondert sind; der obere Theil ist nicht vollständig gezeichnet. Die Figur ist nach einer 100fachen Vergrößerung dreifach verkleinert gezeichnet. — 12 Der Embryo der Balsamtanne (Abies balsamea) kurz vor der Zeit der Samenreife, mit dem Gipfel nach oben gezeichnet und unten vom Vorkeime befreit. — 13 Derselbe kurz vor der Samenreife, wo um den Gipfel die Cotyledonen anfangen sichtbar zu werden.

In allen obigen Figuren ist das Zellgewebe nur in einzelnen Theilen specieller angedeutet; die Buchstaben bezeichnen bei allen: *a* den Grund oder Anheftungspunkt der Knospe; *b* die Ränder der einzigen Samenhülle und die Mikropyle; *b'* die Anlage zur äußeren Samenhülle des Eibenbaumes; *c* Kern der Samenknospe oder die eigentliche Knospe; *d* das Keimsäckchen und Endosperm; *e* Korpuskula; *f* die Keimzelle im Korpuskulum und die ersten Zellen des Vorkeims, *p* Pollenschlauch; *r* Zellen des Embryo, welche später die Wurzel erzeugen; *t* Gipfel des Embryo.

schlauch, sich verlängert. Wie es scheint, folgt derselbe der Feuchtigkeit; er dringt immer tiefer in die Mikropyle ein, gelangt zum Knospenkerne, zwischen dessen Parenchym derselbe, vermittelst der feinsten Interzellularräume, einen Weg in das Endosperm des Keimsäckchens findet, wo er endlich (Fig. 121, a) sogar bis zu einem Korpuskulum vordringt. Mittlerweile hat sich in dem Inhalte des Pollenschlauches, und zwar gerade an dem äußersten Ende desselben, eine Menge äußerst kleiner Zellen gebildet. Die Vermuthung könnte nahe liegen, daß innerhalb dieser Zellen sich spiralige Spermazellen bilden möchten, wie bei den ganz ähnlichen Antheridienzellen innerhalb der Antheridienschläuche des Pillenfarren (Seite 657). Allein trotz der ausdrücklich auf eine solche Entdeckung gerichteten sorgfältigsten Untersuchungen (welche zwar nicht unmittelbar bei den Sagobäumen, aber doch bei den ganz nahe verwandten und einen Rückschluß auf die ersteren wohl gestattenden Coniferen gemacht worden sind) ist von solchen nie eine Spur zu entdecken gewesen. Auch innerhalb des Korpuskulum schwimmen viele äußerst kleine Zellen. Sobald der Pollenschlauch bis zum Korpuskulum vorgedrungen ist, so hält derselbe an. Es scheint eine Art von Copulation oder ein Austausch der Inhaltssubstanzen zwischen dem von der männlichen Pflanze herrührenden Pollenschlauche und dem der weiblichen Pflanze angehörenden Korpuskulum vor sich zu gehen. Der Erfolg ist das Auftreten einer auffallend kräftigen Zelle im alleruntersten, dem Berührungspunkte des Pollenschlauches gerade entgegengesetzten Theile des Korpuskulum. Diese Zelle vermehrt sich rasch und bildet einen zelligen Faden, welcher sich durch Theilung vermittelst Scheidewänden, die seiner Längenausdehnung entsprechen, in eine vierfache Zellenreihe verwandelt. Diese fällt endlich sogar zu vier Zellenreihen auseinander. Die letzteren werden Vorkeim (proembryo) genannt. Von diesen vier Vorkeimen erreicht nur ein einziger seine vollkommene Ausbildung zu einem Keimlinge (embryo). Das untere Ende des Vorkeimes verwandelt sich durch eine lebhafte Zellenvermehrung in ein Häufchen von parenchymatischem Zellgewebe; aus diesem erheben sich zwei hervorragende Buckeln, die ersten Anlagen zu den ersten Blättern einer neuen Pflanze. Wenn diese Anlagen ihre Ausbildung erlangt haben, so erscheinen sie als zwei dicke, gegen einander abgeplattete Lappen von Parenchym und heißen Samenlappen oder Cotyledonen. Zwischen den beiden Cotyledonen erhebt sich eine dritte Masse von Zellgewebe und bildet ein Knöspchen, welches äußerst klein bleibt und zwischen den beiden Cotyledonen ganz verborgen liegt. Der fadenförmige Vor-

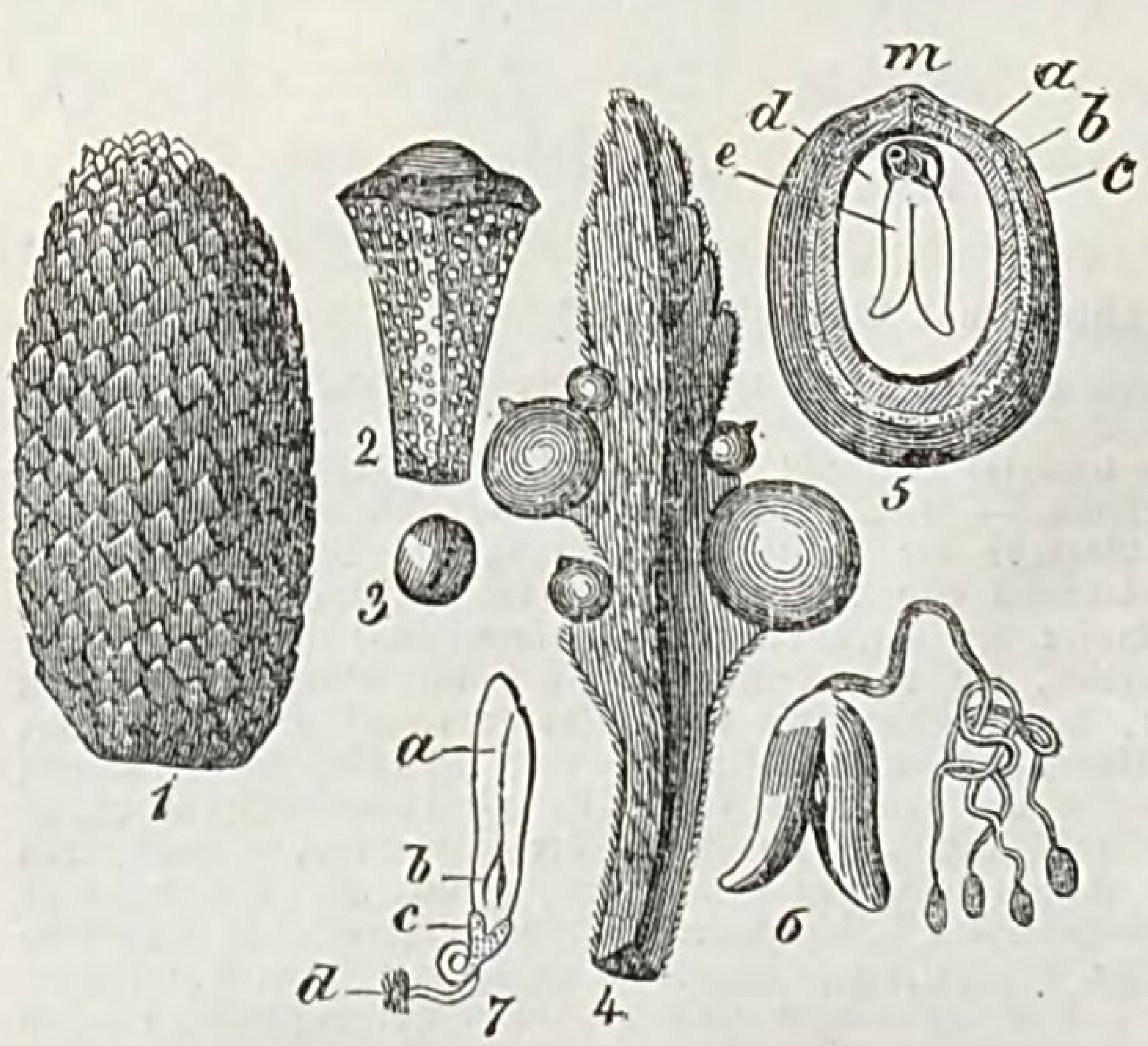


Fig. 122. Die Fortpflanzungsorgane der Sagobäume.*

* 1 Der männliche Zapfen, 1/10 d. nat. Gr. — 2 Ein Blatt des Zapfens von der Unterseite, um die Staubkapselchen zu zeigen. — 3 Ein aufgeplatztes Staubkapselchen, vergrößert. — 4 Der fruchtbare weibliche Wedel (Samenträger) mit Samen in verschiedenem Grade der Ausbildung. — 5 Der reife Same senkrecht durchschnitten, 1/2 d. nat. Gr.; *m* Mikropyle; *a* Fleischschicht der äußeren Samenhülle; *b* Steinschicht derselben; *c* schwammige innere Hülle; *d* Endosperm; *e* Embryo. — 6 Der Embryo nebst dem Vorkeimfaden und vier andern unentwickelten Embryonen; man sieht zwischen den beiden Cotyledonen die Knospe zu einem neuen Blatte — 7 Der Embryo des südafrikanischen Sagobaumes (Zamia), senkrecht angeschnitten; *a* Cotyledonen; *b* Keimknospe; *c* der scheidenartig den Embryo umfassende Theil des Vorkeims; der umfaßte Theil des Embryo ist der Anfang eines Würzelchens; *d* ein Rest des Endosperms, mit welchem bei dieser Pflanze der Vorkeimsfaden zusammengewachsen ist.

keim stirbt nicht allein keineswegs ab, sondern erlangt sogar noch eine weitere Entwicklung. Bei der Vollendung des Embryo (Fig. 122) erscheint er als ein mehrfach umgerollter parenchymatischer Faden. Die anderen Vorkeime haben, wie schon erwähnt, nicht völlig die Ausbildung zu Embryonen erreicht, sondern sind auf halber Entwicklungsstufe stehen geblieben. Sie zeigen sich als Fäden, welche mit dem Faden des ausgebildeten Embryo zusammengeknäuelt sind, und deren jeder mit einem eiförmigen Knöpfchen von Parenchym, einem halb entwickelten Embryo, endigt.

Während dieser Entwicklung des Embryo hat sich nicht allein der Raum des Korpuskulum bedeutend erweitern müssen, sondern es sind mit den verschiedenen Theilen der Samenknospe mancherlei andere Veränderungen vor sich gegangen (Fig. 122). Das Endosperm hat sich durch lebhafte Zellenvermehrung so sehr ausgedehnt, daß es eine beträchtliche eiförmige Masse von nußkernartiger Beschaffenheit und weißer Farbe geworden ist. In den Zellen desselben ist eine reichliche Menge assimilirter Substanzen angehäuft. Das Parenchym des Samenknospenkernes ist in dem Maße, wie das Endosperm sich ausdehnte, immer mehr zusammengeschrumpft und im reifen Samen gar nicht mehr aufzufinden. Die innere Samenhülle ist zu einer beträchtlichen Schicht parenchymatischen Zellgewebes ausgebildet und schließlich durch Austrocknung des Zellsaftes schwammartig geworden. Die äußere Samenhülle, welche bei ihrem ersten Auftreten schon ein entwickelteres Parenchym zeigte, hat in ihrer inneren Schicht eine ganz andere Umänderung erlitten, als in der äußeren. Die sehr kleinen Zellen der ersteren sind nämlich durch Verdickung ihrer Wandungen und dichte Zusammendrängung mehr als holzartig hart oder „steinig" geworden, während die Zellen der äußeren Seite im Gegentheile sehr zartwandig, locker und saftreich geworden sind. Ja, dieser letztere Theil des Zellgewebes, welcher vor völliger Reife des Samens ziemlich hart und dicht erschien, ist nach derselben durch Auflösung und Verflüssigung vieler Zellen zu einem eben so zarten „Fleische" geworden, wie dasjenige unserer reifen Kirschen ist. Eine festere Oberhautzellenschicht bildet die äußerste glatte Decke. Der reife Same hat die Größe einer Wallnuß, oder Pflaume, und wird gegessen. Die saftige, vielen Zucker enthaltende Fleischschicht der äußern Samenhülle läßt sich völlig von der inneren hartholzigen Steinschicht ablösen. Auf dem Gipfel bleibt immer noch als eine kleine punktförmige Spitze die, bei der starken Ausbildung der Samenhüllen ganz zugewachsene, Mikropyle erkennbar. Der aus dem Endosperm bestehende und den Embryo, nebst den ihm anhangenden verkümmerten Vierlingsbrüdern umschließende, bei völliger Reife und nach gänzlichem Vergang des Knospenkernparenchyms innerhalb der Samenhüllen ganz frei bewegliche „Kern" ist ebenfalls genießbar, aber von einem bittern, nur durch mehrfaches Auswässern entfernbaren Geschmacke.

Die fruchtbaren Wedel richten sich, während die Samen reifen, allmählig auf und neigen sich von dem Gipfel des Sagobaumstockes auswärts, wie die unfruchtbaren Wedel. Durch ihre Schwere hangen sie dann zwischen den Stielen der letzteren herab und fallen endlich herunter. Die Samen trennen sich von ihnen los. Der ganze Vorgang der Entwicklung der Samenknospen bis zu ihrer völligen Reife dauert zwei Jahre. Sobald die fruchtbaren Wedel bei der Reife sich auseinander neigen, erscheint zwischen denselben die fortsprossende, mit Blättern umschlossene Gipfelknospe, aus welcher demnächst zuerst neue unfruchtbare Wedel hervorbrechen.

*

Der Same entwickelt sich auf dem Erdboden unter dem Einflusse der Feuchtigkeit. Die Fleischschicht der äußeren Hülle verfault und bietet durch ihre Fäulniß dem Embryo Nahrung dar. Die Steinschicht erweicht sich und wird durch den anschwellenden Embryo auseinander gedrängt. Derjenige Theil des Embryo, welcher der Spitze des Samens, der Mikropyle, zugekehrt liegt, ist, ganz der Richtung des Mutterwedels und des ganzen Baumes entgegengesetzt, als der untere zu betrachten. Der Vorkeimfaden löst sich nebst einigen Zellen, welche mit ihm zunächst zusammenhangen und den Embryo an seinem Grunde mit einer kurzen Scheide umgeben, von dem letzteren ab, während dieser sich zur Wurzel verlängert, die, von den Samenhüllen sich befreiend, den Boden sucht. Zwischen den beiden auseinander gedrängten Cotyledonen entwickelt sich eine Gipfelknospe mit Blättern, aus welcher bald die ersten Wedel hervorbrechen. Das Wachsthum der neuen Pflanze schreitet sehr langsam vor. Nach sechs Jahren beginnt der junge Baum, welcher übrigens dann noch sehr kurz ist, zuerst Staubzapfen oder Samenwedel zu tragen, oder, wie man sich auszudrücken pflegt, zu blühen.

Wenn ein Sagobaum, um das Sagomark zu gewinnen, umgehauen wird, so pflegen die Bewohner der Gegenden, in welchen derselbe wächst, die Gipfelknospe abzuschneiden und dieselbe auf den Boden zu setzen, wo sie Wurzeln schlägt und fortwächst. Auch behauptet man, daß einzelne Wedel, in die Erde gepflanzt, sich zu einem Baume entwickeln, ohne daß jedoch die Art und Weise, wie dieses geschieht, angegeben wäre. Wenn der Stock seiner Gipfelknospe beraubt wird, so geschieht es nicht selten, daß an der verwundeten Stelle deren mehrere entstehen. Ebenso können unter Umständen unterhalb des Gipfels, wenn die entwicklungsfähigen Zellen des Rindenparenchyms durch Hinwegnahme der Blätter und Wedelüberreste bloßgelegt werden, Seitenknospen sich entwickeln (Fig. 123).

Die Beschreibung des gemeinen Sagobaumes ist im Allgemeinen anwendbar auf alle Pflanzen, welche man mit dem gemeinsamen botanischen Geschlechtsnamen Cycas belegt hat, und welche die Mehrzahl der höchst eigenthümlichen Klasse der Cykadeen ausmachen. Im Ganzen kennt man noch nicht dreißig verschiedene Gat-



Fig. 123. Der chinesische Sagobaum (Cycas revoluta), welcher in einem Treibhause zu Dropmore (England) nach Hinwegnahme der unteren Blätter und Wedelüberreste aus vielen Punkten Adventivknospen hervortrieb. 1/8 d. nat. Gr.

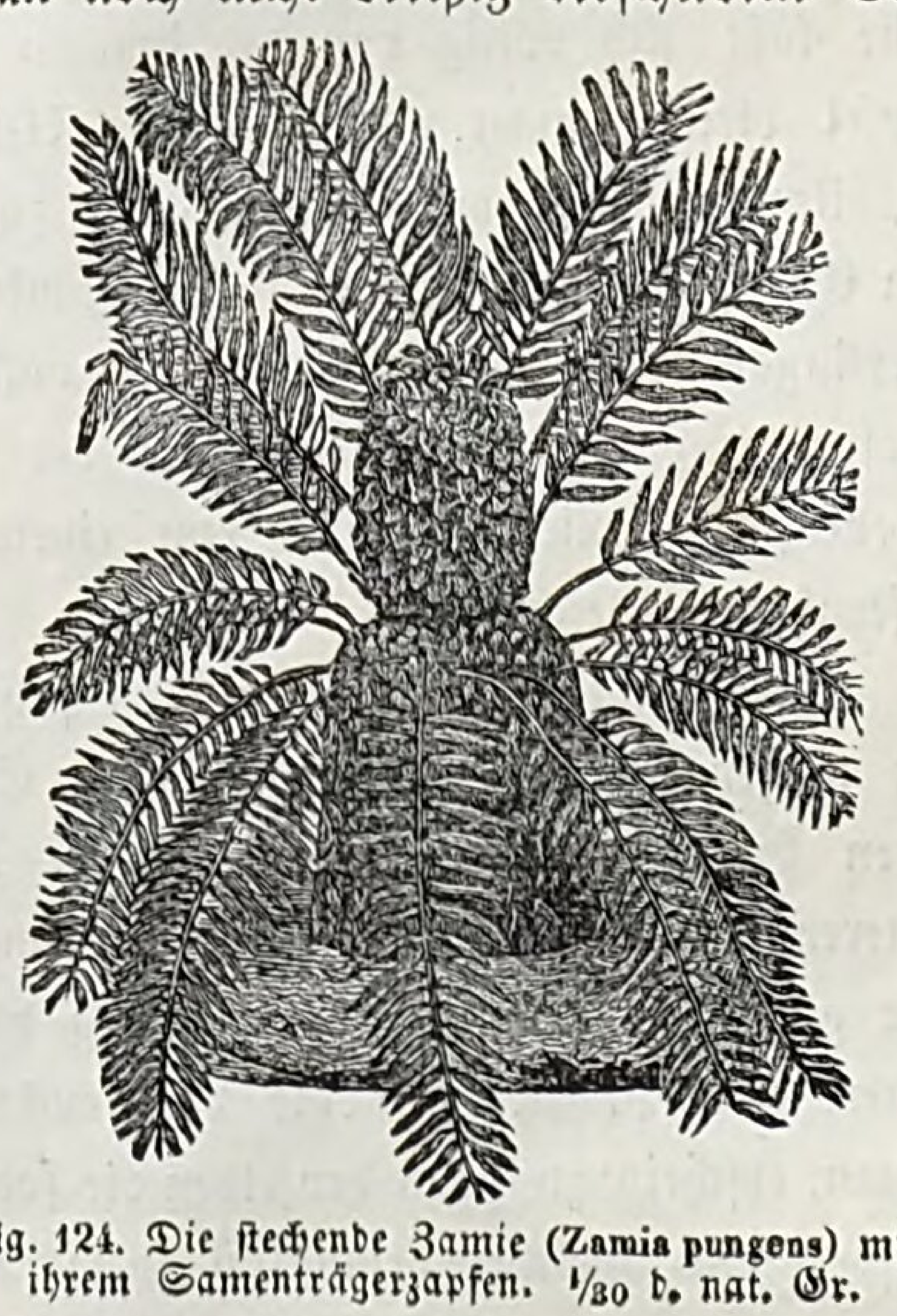


Fig. 124. Die stechende Zamie (Zamia pungens) mit ihrem Samenträgerzapfen. 1/30 d. nat. Gr.

tungen von Cykadeen, von denen einige besondere Geschlechter bilden, unter welchen nur das Geschlecht Zamia noch besonderer Erwähnung verdient. Bei den Zamien (Fig. 124) stehen die Samenträger an der Gipfelknospe der weiblichen Pflanzen in einem mächtigen Zapfen, welcher dem männlichen Staubzapfen in hohem Grade ähnlich ist. Dieselben sind hier in noch höherem Grade von den unfruchtbaren Wedeln abweichend gestaltet, als bei den Cycasgattungen, nämlich noch kürzer, breit zungenförmig und mit gänzlich einfachem Rande, so daß sie wie Schuppen erscheinen. Jede solche Schuppe trägt an ihrem Grunde zwei Samenknospen, ganz wie dieses bei den Zapfen unserer Tannen und Fichten der Fall ist. — Alle Pflanzen dieser Klasse sind mehr oder weniger reich an Sago und an Gummischleim; alle haben die nämlichen Verhältnisse der Vegetation, alle fast ganz das gleiche Aussehen, mit sehr geringen Abweichungen.

In der gegenwärtigen Periode sind Cykadeen nur wenig zahlreich und noch weniger verbreitet. Sie theilen diese Verhältnisse ganz mit den Baumfarren. In Europa fehlen sie ganz; in Amerika sind nur in den wärmeren Gegenden einige Zamien entdeckt worden, welche sich durch die Eigenthümlichkeit auszeichnen, daß zwischen den Prosenchymzellen ihrer Prosenchymbündel einzelne wirkliche Gefäße und zwar gestreifte „Treppengefäße" vorkommen. Im südlichen Afrika, im südlichen und östlichen Asien und in Australien, besonders auf Inseln, sind die übrigen Gattungen einheimisch, welche man kennt. Einige derselben sind übrigens in ihrem Vaterlande sehr zahlreich verbreitet. Bei uns zieht man manche derselben in den Gewächshäusern, und sie bringen, wenn sie vor der Winterkälte geschützt werden, mitunter auch hier Samen hervor.

In den Erdschichten früherer Formationen finden sich Ueberreste von Cykadeen, welche von hohem Interesse sind, sowohl durch die Verbreitung als durch die Zeit ihres Vorkommens. Schon aus der Steinkohlenperiode sollen einzelne Spuren von Cykadeen in den Bodenschichten Böhmens erhalten geblieben sein. In allen sekundären Formationen haben Bäume dieser Klasse eine nicht geringe Wichtigkeit besessen. In den Triasablagerungen trifft man unter andern Wedel, welche zum Geschlechte Pterophyllum (Fig. 125) gerechnet werden. Keine Periode scheint an Cykadeen reicher gewesen zu sein, als die der Oolithformation (Seite 64). Nicht nur findet man in dieser mancherlei sehr wohl erkennbare Wedel (Fig. 126 und 127), sondern auch junge Stöcke (Fig. 128) nicht selten

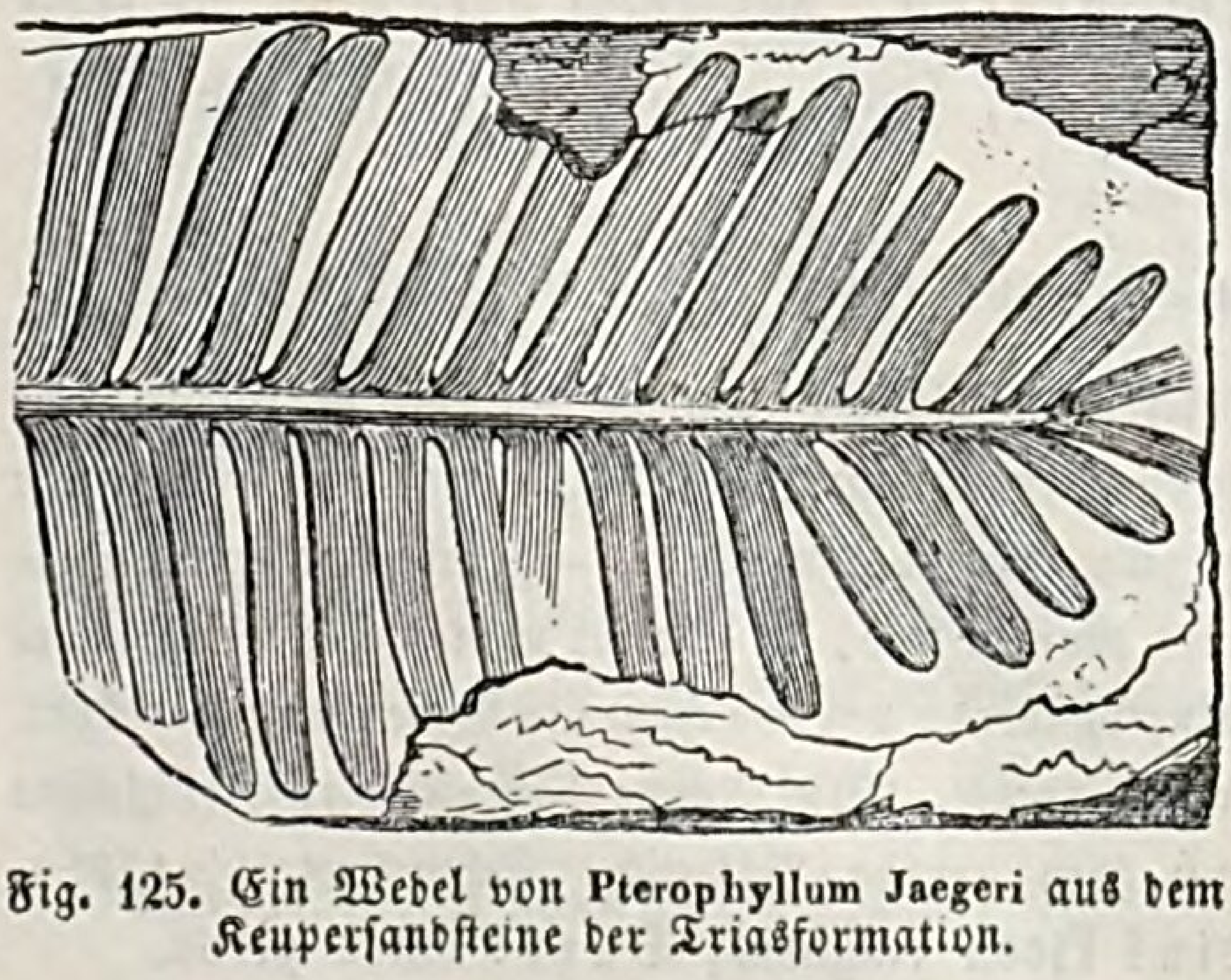


Fig. 125. Ein Wedel von Pterophyllum Jaegeri aus dem Keupersandsteine der Triasformation.

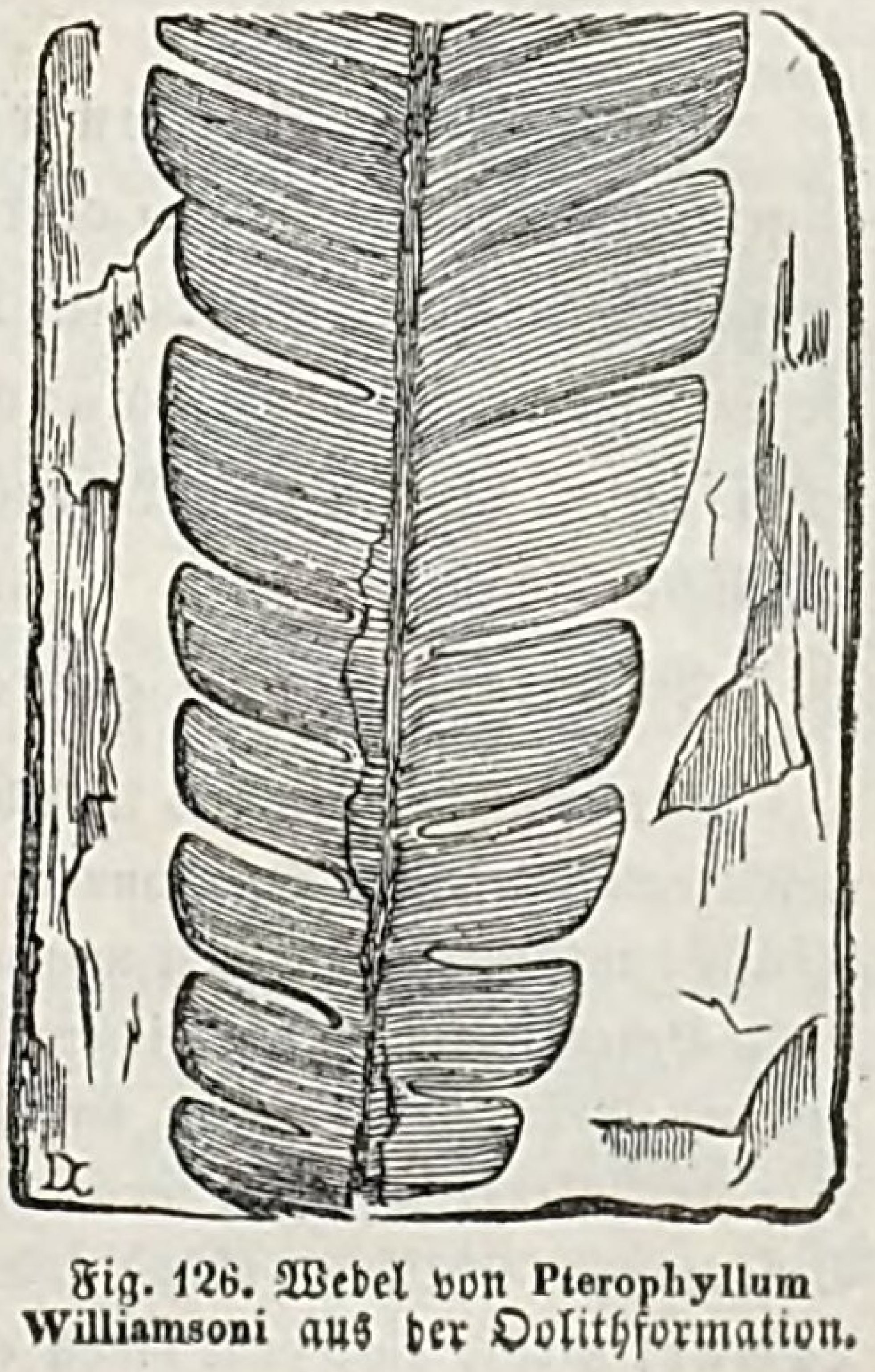


Fig. 126. Wedel von Pterophyllum Williamsoni aus der Oolithformation.

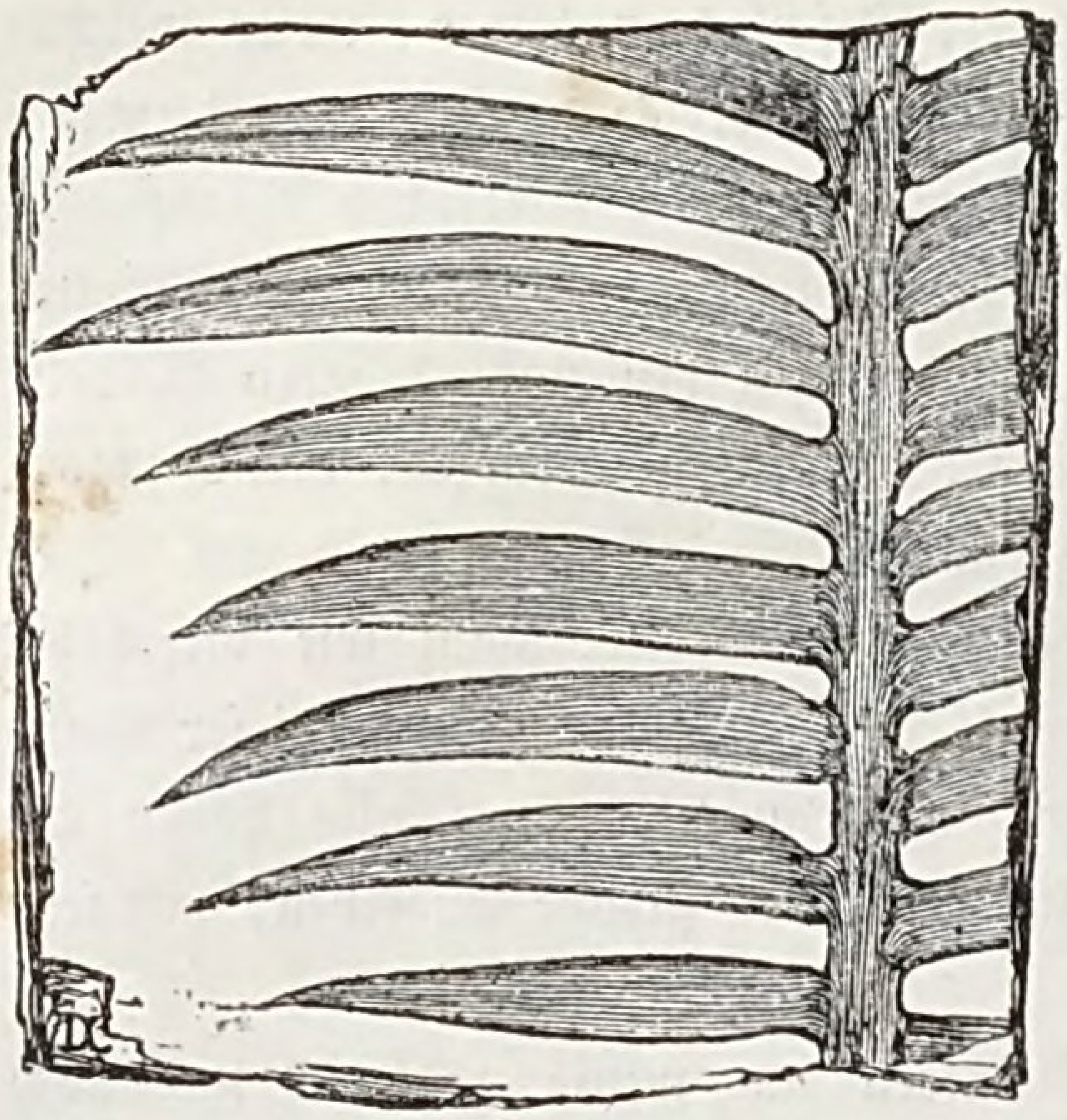


Fig. 127. Wedel von Zamia feneonis aus der Oolithformation.



Fig. 128. Stock von Mantellia nidiformis aus der Oolithformation.

so wohl erhalten, daß man noch mit Hülfe des Mikroskopes das Gewebe derselben hat untersuchen und mit dem der jetzt existirenden hat vergleichen können. Selbst den wolligen Filz von Haaren an den Blättern und Wedelstielen hat man bei einzelnen Exemplaren auf das vollkommenste in Chalcedon versteinert gefunden, und in einer „Mantellia" erkannte man das Vorhandensein von gestreiften Gefäßen innerhalb der Prosenchymbündel, ganz wie bei den Zamien des jetzigen Amerika. In einer Schicht der Jurabildung auf der Insel Portland (Großbritannien), der sogenannten „Schlammschicht (dirt bed)", sieht man (Seite 30) zwischen den, theilweise niedergebrochenen, Stämmen anderer Bäume, deutlich Cykadeenstöcke, welche allem Anscheine nach in dem schwarzen Boden, der jetzt, von den mächtigsten Formationen überlagert, als diese „Schlammschicht" erscheint, noch, wie sie gewachsen sind, festgewurzelt stehen. — Die Cykadeen sind in der Kreideperiode schon weit seltener gewesen, als zuvor. Sie scheinen seitdem immer mehr von anderen, entwicklungsfähigeren Pflanzenklassen zurückgedrängt worden zu sein. Unsere jetzigen zwei Dutzend Arten dieser so malerischen und in botanischer Beziehung so seltsamen Gewächse scheinen die letzten Repräsentanten einer einst in höherem Flor gestandenen Klasse zu sein.

II. Klasse. Die Zapfenträger. (Nadelgewächse.)

Die Klasse der Zapfenträger oder Coniferenbaum umfaßt eine große Menge allgemein bekannter baum- oder strauchartiger Gewächse, theils diejenigen, welche man im gemeinen Leben unter dem Namen von „Nadelhölzern" zusammengefaßt, wie die Tannen, Föhren, Lärchen, Wachholdern, außerdem aber auch die Cypressen, Thujen oder Lebensbäume und Eiben, sowie manche eigenthümliche ausländische Bäume.

Wer kennt nicht die gemeine Tanne (Pinus abies *L.*),* die Zierde des Weih-

* Da mitunter einer und derselben Art von Thieren und Pflanzen von verschiedenen Naturforschern verschiedene lateinische Benennungen — die deutschen Benennungen, im Volke ohne wissenschaftliche Rücksicht entstanden, sind ganz unzuverlässig und in jeder Gegend abweichend — gegeben, oder die nämlichen Benennungen für verschiedene Arten angewandt worden sind, so schreibt man wohl, der Sicherheit und Gründlichkeit wegen, den Namen des Naturforschers, von welchem die Benennung herrührt, oder den Anfangsbuchstaben seines Namens hinter die letztere. Die Tanne hat vielerlei verschiedene Benennungen erhalten; obiges *L* bedeutet Linné, den großen Botaniker Schwedens († 1778). Lamark nannte die Tanne Picea excelsior; Link Picea vulgaris; Duroi Pinus picea.

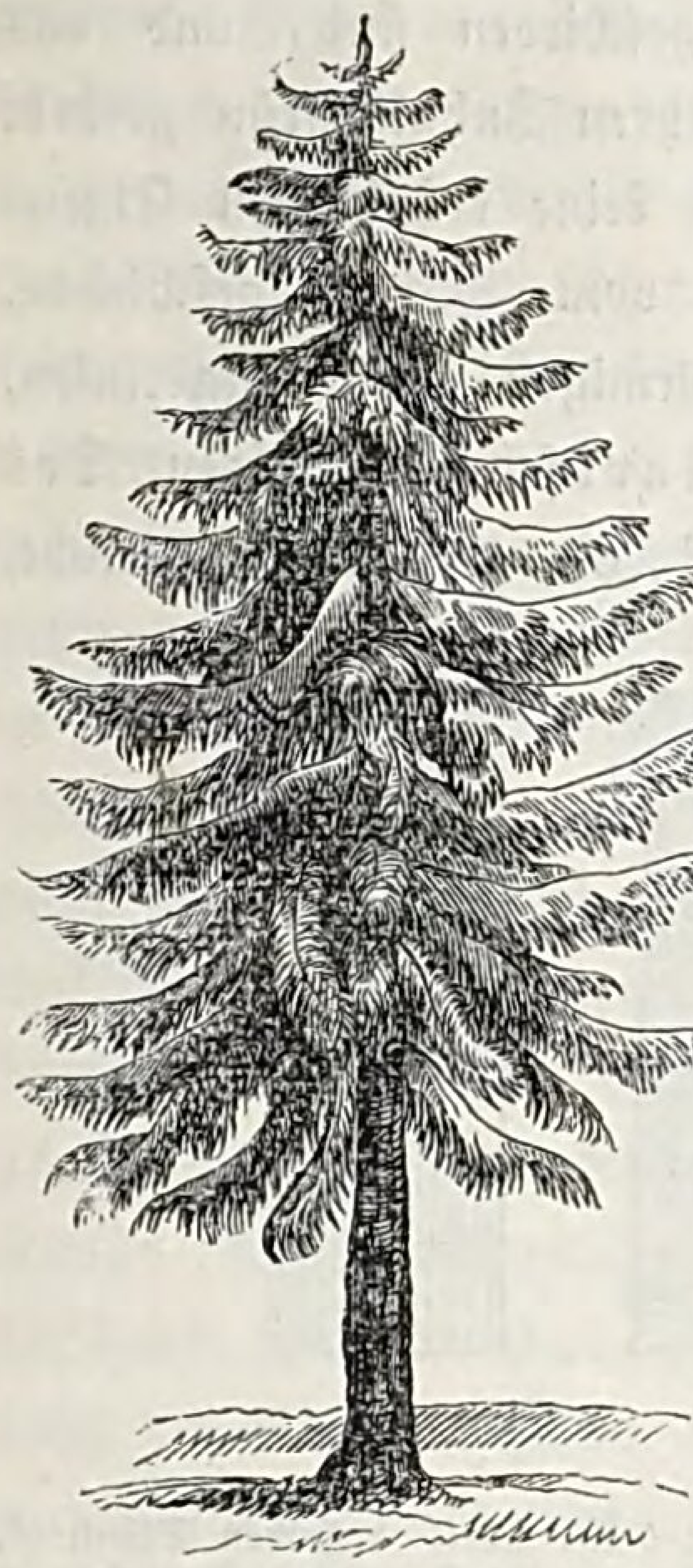


Fig. 129. Die gemeine Tanne.

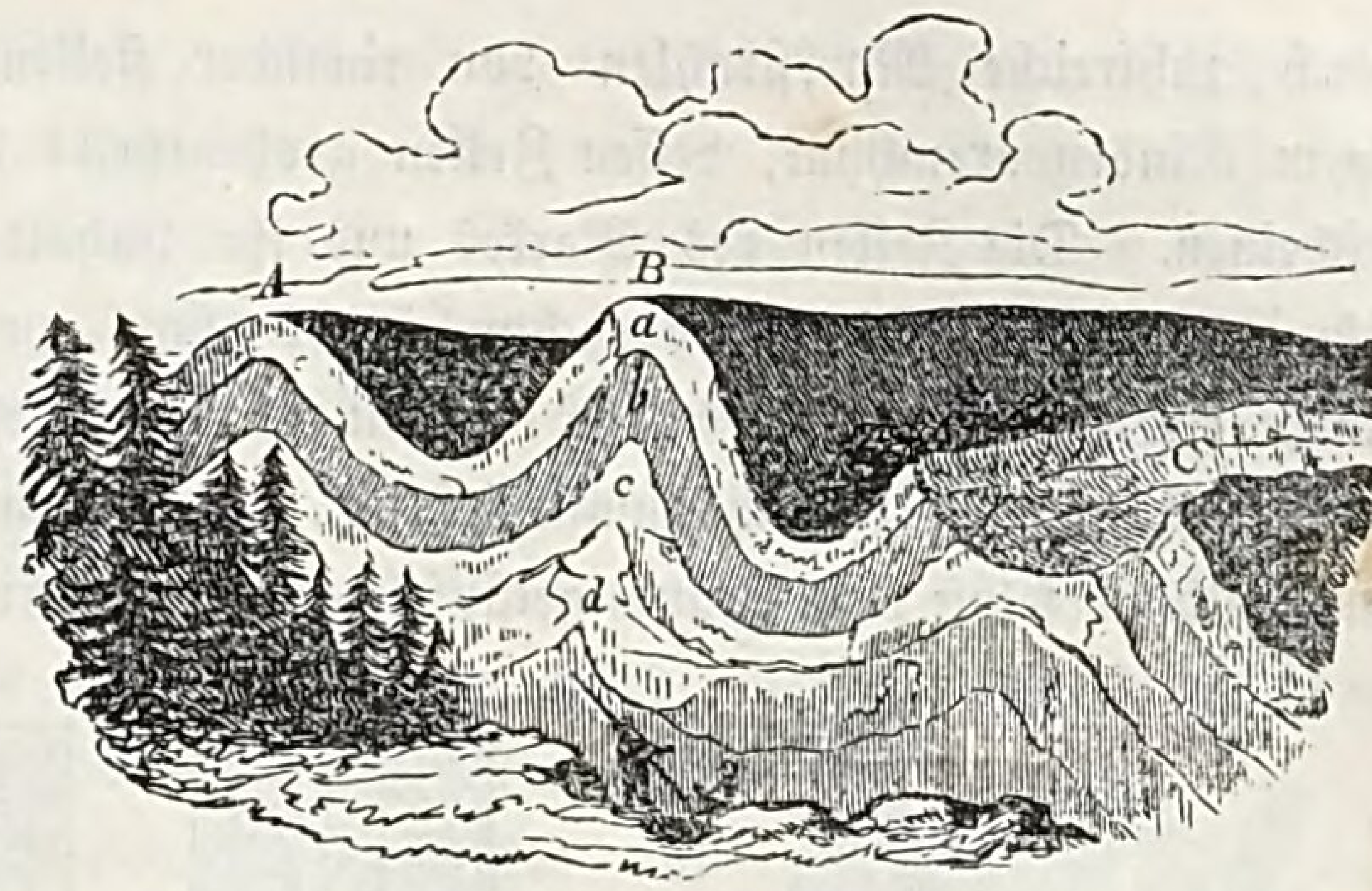


Fig. 130. Landschaft mit Tannen aus dem Juragebirge.

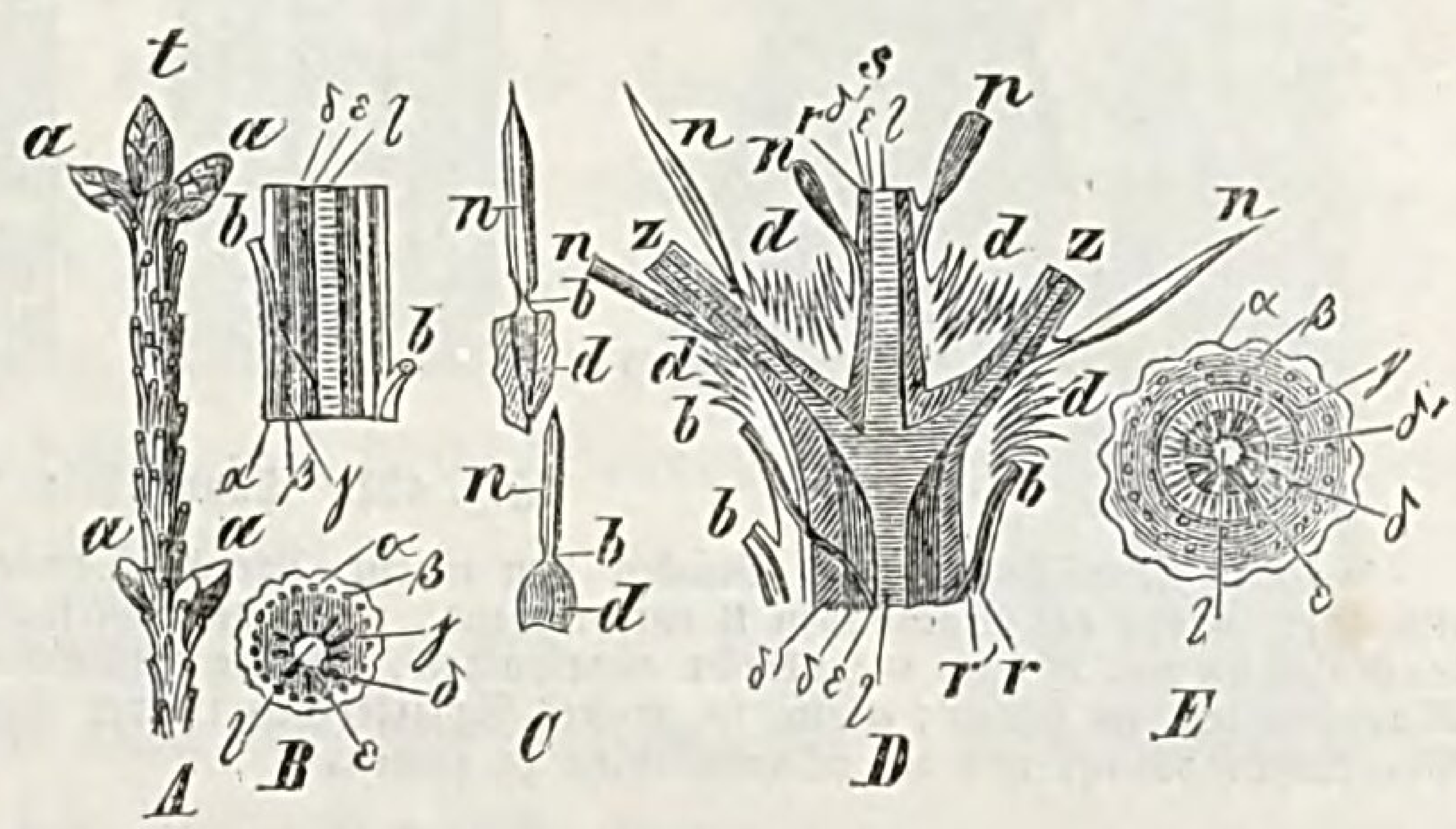


Fig. 131. Das Wachsthum junger Tannen. *

* **A** Der Stengel einer jungen Tannenpflanze im Herbste des ersten Jahres; die Blätter (Nadeln) sind abgenommen; *a* Knospen, welche sich in Blattachseln gebildet haben; *t* Gipfelknospe. — **B** Vergrößerter Durchschnitt eines solchen Stengels; die untere Figur ist ein Horizontalschnitt, die obere ein Längenschnitt; in beiden bedeutet α die äußerste farblose Rinde; β Harzgänge; γ die innere grüne Rindenschicht; δ Prosenchymbündel, zwischen welchen Markstrahlen verlaufen; ε die Gefäße der Markscheide, welche den innersten Theil der Prosenchymbündel bilden; ζ das Mark. In der obern Figur ist *b* der stehen gebliebene Theil der abgefallenen Blätter; man sieht ein Gefäß- und Prosenchymbündel von diesem Punkte zum Prosenchym- und Gefäßbündel des Stengels hinabsteigen. — **C** Nadelblätter; die obere Figur ist ein gewöhnliches Nadelblatt *n* mit seinem Blattstielchen *b*, welcher letztere, als langer Wulst *d*, an der Rinde hinabgeht, von der noch zu seinen beiden Seiten ein Fetzen der Oberhaut hangen geblieben ist. Die untere Figur zeigt eine Knospendecke *d*, auf deren Spitze *b* ausnahmsweise eine kleine Nadel *n* sich entwickelt hat. Man vergleiche beide Figuren in ihren einzelnen Theilen, um zu wissen, wofür man die Knospendecke zu halten hat. — **D** Die Gegend von *a*, *t*, *a* der Figur **A**, im zweiten Jahre; vergrößerter Durchschnitt. Aus *t* hat sich ein Gipfelsproß gebildet, von welchem unter *s* ein Theil sichtbar ist; aus *a*, *a* haben sich Zweige *z*, *z* entwickelt; *d*, *d* sind die auseinander geschobenen Knospendecken; *b*, *b* Blattstielnarben von Blättern des ersten Jahres, welche abgenommen sind; ζ Mark; ε Markscheide; δ Prosenchymbündel des ersten Jahres; δ' Prosenchymbündel des zweiten Jahres; *r'* innere Rindenlage, welche im zweiten Jahre sich gebildet hat; *r* äußere Rinde. — **E** Horizontalschnitt des zweijährigen Theiles von Fig. **D**; die Buchstaben bedeuten dasselbe wie in **B** und **D**.

nachtsabends, wer kennt sie nicht aus größter Ferne schon an ihrem herrlichen regelvollen Wuchse (Fig. 129 und 130). Ein gerader, schlanker Stamm, vom Boden bis zum Gipfel ganz allmählig gleichförmig sich verjüngend, mit der vollkommensten Rundung des Umfanges, ragt mitunter bis zu einer Höhe von anderthalbhundert Fußen empor; das dichte Gezweig, am unteren Theile weit ausgestreckt, in schönem Bogen sich abwärts beugend, gegen den Gipfel allmählig kürzer, bildet die stolzeste Pyramidenform. Alle Coniferen ähneln der Tanne in ihrer Tracht mehr oder weniger; ebenso stimmt die Organisation bei allen im Wesentlichsten ganz überein.

Betrachten wir zuerst ein ganz junges Tannenpflänzchen, welches kaum aus dem Boden aufragt. Wir finden einen Stengel (Fig. 131), dicht mit „Nadeln" besetzt. Der Stengel besteht aus einem, die Mitte desselben einnehmenden, parenchymatischen Marke, dessen Zellen farblos sind, aus einem Ringe von Prosenchymbündeln, welche

durch zahlreiche Markstrahlen von einander stellenweise geschieden sind, und aus einem Rindenparenchym, dessen Zellen großentheils durch ihren Inhalt grün gefärbt erscheinen. Die Zellen des Markes und ihr Inhalt zeigen keine erheblichen Eigenthümlichkeiten. Die Prosenchymbündel sind zunächst vom Marke geschieden, durch einen Kreis von Gefäßen mit ring- und spiralförmigen Verdickungslinien, welche, das Mark zunächst umschließend, die sogenannte Markscheide bilden. Das Prosenchym selbst besteht aus getüpfelten Zellen (Fig. 132, c), welche jedoch nicht,

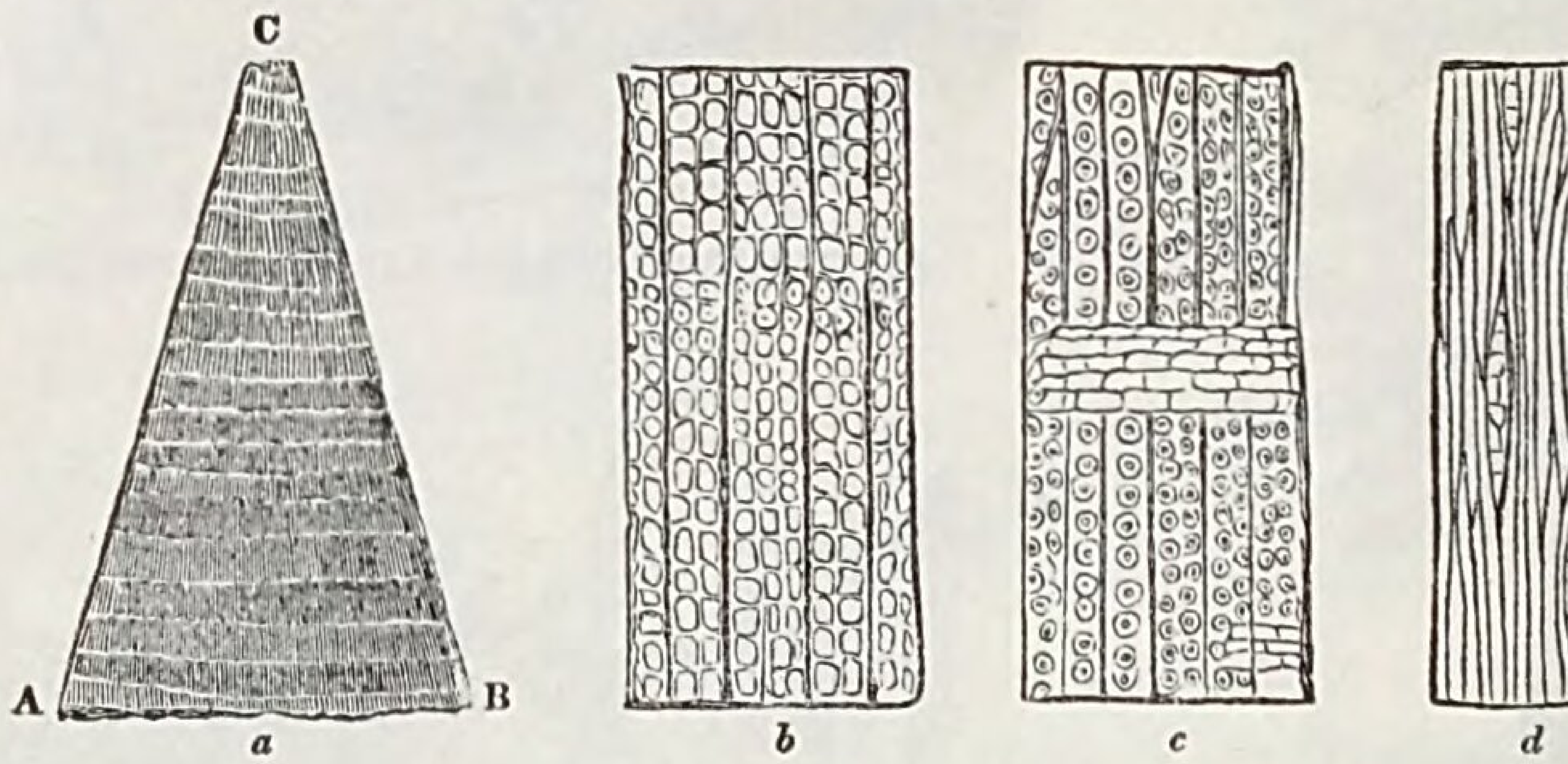


Fig. 132. Tannenholz. *

* *a* Ein Querschnitt eines Stückes von einem älteren Tannenstamme; *b* ein Theil desselben Schnittes, etwa der Größe des Buchstaben **B** entsprechend, unter dem Mikroskope gesehen; *c* ein so großes Spänchen in der Richtung von **B** nach **C** senkrecht abgespalten, um die getüpfelten Prosenchymzellen und parenchymatischen Markstrahlen zu zeigen; *d* ein so großes Splitterchen in der Richtung von **B** nach **A** abgespalten, um die Prosenchymbündel und die Markstrahlen zu zeigen.

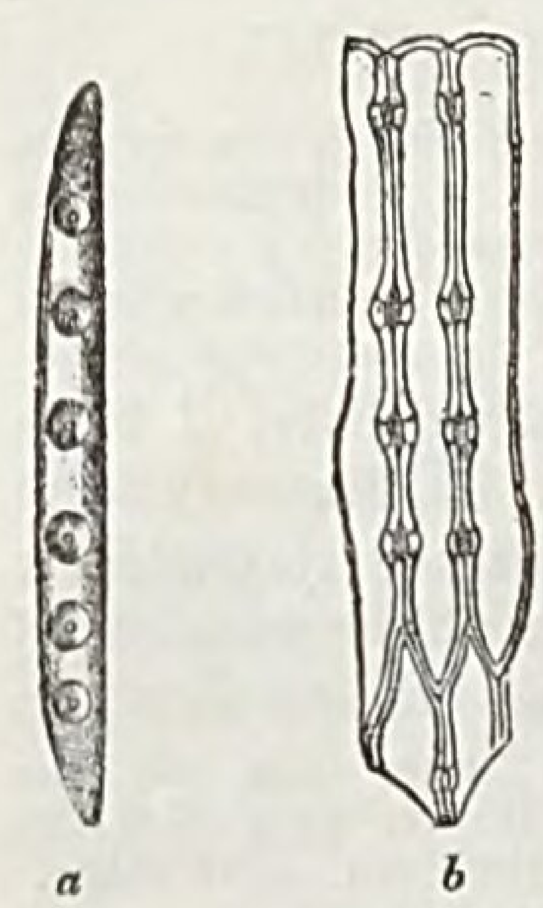


Fig. 133. Prosenchymzellen aus dem Holze der gemeinen Fichte.*

* *a* Eine Prosenchymzelle, stark vergrößert, mit Tüpfelchen, welche von einem Hofe umgeben sind; *b* einige Prosenchymzellen senkrecht aufgeschnitten, so daß man die den Tüpfeln entsprechenden Interzellularräume bemerken kann, durch welche die Höfe gebildet werden.

wie die der Cykadeen, auf jeder Berührungsfläche gegen eine Nachbarzelle mehrfache unregelmäßige Reihen von Tüpfeln zeigen, sondern nur auf zwei sich gegenüberstehenden Seiten eine einfache Reihe solcher Tüpfel besitzen (Fig. 133). Die Tüpfel sind kreisrund und mit einem kreisförmigen Hofe umgeben, welcher letztere nicht durch die gleiche Ursache hervorgebracht wird, wie das innere Tüpfelchen, nämlich nicht, wie dieses, die Stelle bezeichnet, wo die äußere einfache Zellenhaut von der inneren Verdickungsschicht nicht überkleidet ist, sondern der Hof entsteht dadurch, daß jedesmal da, wo die sich meistens entsprechenden Tüpfel zweier benachbarter Zellen sich befinden, die Wandung jeder Zelle eine kleine Vertiefung nach innen besitzt, durch welche ein linsenförmiges Hohlräumchen zwischen den Wandungen der Nachbarzellen zurückbleibt. Vielleicht ist diese Bildung so zu erklären, daß durch die dünneren Tüpfelstellen die Aussonderung der Zellen stärker vor sich geht und auf diese Weise Tröpfchen von Zwischenzellenstoff sich hier angesammelt finden und die Wandungen der beiden benachbarten Zellen ein wenig auseinander drängen, während an den übrigen Theilen ihres Umfanges die Zellen sich unmittelbar mit ihren Wandungen berühren. Diese Erklärung würde auch auf die ganz ähnlichen Erscheinungen passen, welche bei den Markstrahlenzellen häufig vorkommen, sowie auf die diesen eigenthümlichen Fälle, in welchen ein größerer Interzellularraum mehreren Tüpfelstellen gemeinsam ist, besonders wo mehrere solche Tüpfelungen von benachbarten Zellen nahe zusammentreffen. In den Prosenchymbündeln befinden sich einzelne Gruppen

gestreckter Zellen von einfacherer Bildung, welche mit Harzflüssigkeit angefüllt sind. Dieselben bilden langausgedehnte Stränge und scheinen zur Verbreitung des Harzes durch das Prosenchymgewebe zu dienen. — Die Rinde besteht keineswegs ganz aus gleichförmigem Parenchym. Die Prosenchymbündel sind unmittelbar umgeben von einer dünnen Schicht sehr zarten und saftreichen Zellgewebes, der sogenannten Bildungsschicht oder dem Cambium. An dieses schließen sich zunächst äußerst langgestreckte und sehr feste, zähe, nicht getüpfelte Prosenchymzellen, die Bastfasern, welche die innerste Lage der Rinde, den Bast (Fig. 134), bilden. Das Parenchym der Rinde ist zunächst um die Bastschicht reichlich mit Chlorophyllkörnchen gefüllt und daher lebhaft grün gefärbt; diese grüne Schicht aber ist noch von einer dicken Lage langgestreckter, farbloser Parenchymzellen bedeckt, welche somit den Stengel zunächst unter der Oberhaut äußerlich umgibt. Durch das Rindenparenchym ziehen sich zahlreiche beträchtliche röhrenförmige Interzellularräume, die mit der bekannten klebrigen Flüssigkeit gefüllten Harzgänge (Fig. 131 β), an der ganzen Länge des Stengels hinab. Dieselben sind durch flache Wandungen der umgebenden Parenchymzellen begrenzt.

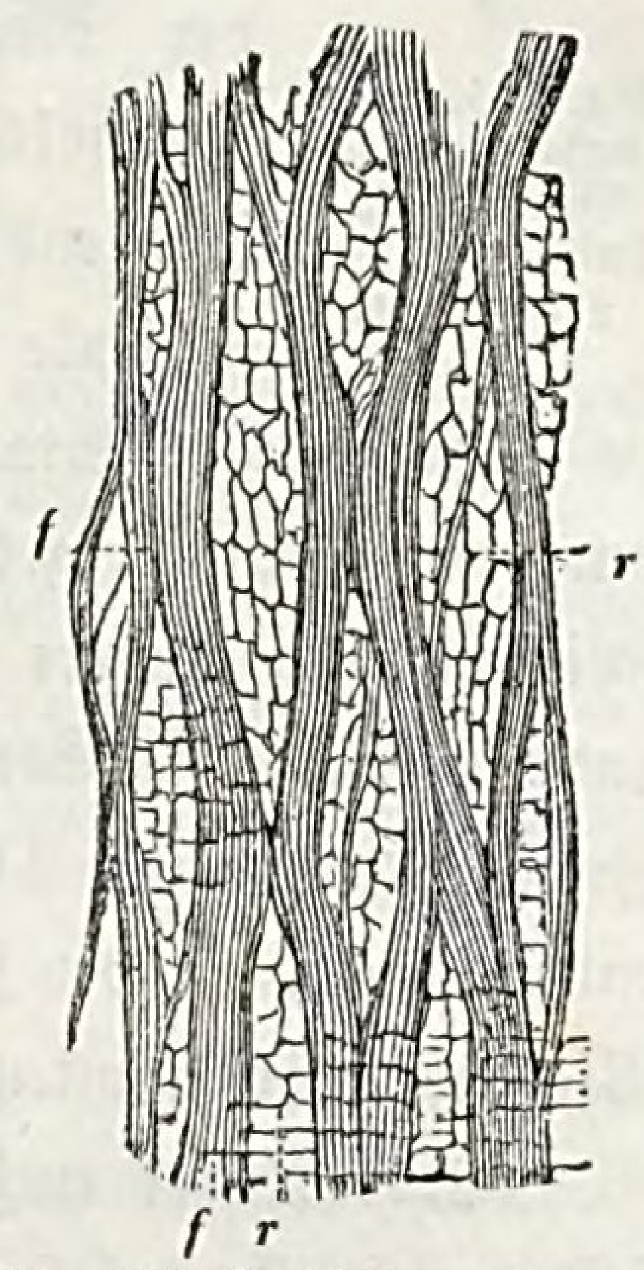


Fig. 134. Bastfasern; 200fach vergrößert. *

* Als Beispiel zur Darstellung des Bastes benutzen wir eine solche Abbildung von einer Seidelbastpflanze (Daphne laureola), bei welcher dieses Fasergewebe ganz ebenso aussieht, wie bei der Tanne. — f Bastfaserbündel, welche Bänder bilden; r Markstrahlen, welche zwischen diesen Bändern hindurch das Mark- und Rindenparenchym verbinden. — Die Bastfasern sind so lang, daß man nur einen kleinen Theil ihrer Länge zu überblicken vermag.

Der unterste Theil des Stengels befindet sich in der Erde; derselbe zeichnet sich dadurch aus, daß hier das Mark fehlt, indem dieses in der Nähe der Bodenoberfläche immer geringer erscheint und endlich ganz aufhört. Auch ist dieser Theil des Stengels, welchen wir die Wurzel der Pflanze nennen, nicht von einer so vollkommenen Oberhautzellenschicht bekleidet. Besonders fehlen der Oberhaut der Wurzel Stomate völlig. Die Zellen derselben sind großentheils haarförmig verlängert und von großer Zartheit, und daher fähig, die Nahrungsfeuchtigkeit aus dem Boden aufzusaugen. Die Spitze derselben besteht aus einem Häufchen zarter Zellen, welche das sogenannte Wurzelschwämmchen bilden, und ebenfalls vorzugsweise zur Auffaugung geeignet sind. Die Wurzel ist mit vielen dünnen Seitenästen versehen, welche sich zu ihr verhalten, wie Zweige; nur sind auch sie nicht aufwärts gerichtet, sondern in den Boden hinabgestreckt, wie die Wurzel selbst. Diese Wurzel, welche eine Verlängerung des Stengels in einer dem Gipfel entgegengesetzten Richtung ist, zeichnet sich hiedurch sehr wesentlich von denjenigen Wurzeln aus, welche wir bei den Moosen, Farren und Cykadeen kennen gelernt haben, und welche gleichsam als abwärts gerichtete und eigenthümlich geformte Stellvertreter von Blättern oder Zweigen des Stengels oder Stockes betrachtet werden müssen. Man nennt diejenige Art von Wurzeln, welche wir so eben kennen lernen, eine Hauptwurzel; jene anderen nur als Nebenorgane aus dem Stengel oder Stocke entspringenden Wurzeln dagegen können Hülfs- oder Adventivwurzeln genannt werden. — Der Stengel des jungen Tannenpflänzchens ist dicht mit Nadeln besetzt; diese Nadeln sind Blätter, welche nur durch ihre schmale Form (Fig. 135) sich von dem Begriffe, welchen man gewöhnlich mit letzterer Bezeichnung zu verbinden pflegt, entfernen. Sie entwickeln sich auf sehr regelmäßige Weise aus dem Umfange der



Fig. 135. Das nadelförmige Blatt einer Tanne; etwas vergrößert.

fortsprossenden Gipfelknospe des Stengels in Kreisen, welche bei der Verlängerung der Stengelachse zu mehr oder weniger lang ausgestreckten Spirallinien werden. Folgt man einer solchen Spiralreihe, so findet man, daß jedesmal ein gewisses Blatt genau über dem ersten steht, von welchem man zu zählen begonnen hat, und daß ferner solcher Spiralreihen zwei um den Stengel laufen, welche sich zu einander so verhalten, daß die Zwischenräume zwischen je zwei Blättern der einen Reihe genau über den Blättern der andern Reihe stehen. Je nachdem der Stengel sich mehr oder weniger in die Länge ausgestreckt hat, ist eine solche Spirale mehr oder minder gedehnt; in der Nähe des fortsprossenden Gipfels stehen die Blätter dicht über einander, und die Spirale ist dort so wenig gedehnt, daß man dieselbe nur mit Mühe zu verfolgen im Stande ist. Die Zahl der Blätter, welche auf einem Umgange um den Stengel getroffen werden, ist je nach der Kräftigkeit des letzteren verschieden und ändert sich sogar nach der Periode, in welcher der eine und der andere Theil des Stengels entstand. Immer kann dieselbe uns andeuten, wie viele Zellen sich an dem Theile des Umfanges der Gipfelknospe, aus welchem diese Blätter entsprangen, zu der Zeit befanden, als die erste Hervorschiebung der zur Bildung der Blattspitze bestimmten Zellen stattfand.

Jede Nadel enthält innerhalb eines mit dichter Oberhaut, deren Stomate sich durch ihre fast ganz kreisrunde Form auszeichnen, bekleideten Parenchyms, welches durch kräftig grüne Färbung sich auszeichnet, ein der Länge nach durch dieselbe verlaufendes, von Prosenchymzellen umgebenes Gefäßbündel, welches von einigen sehr langgestreckten und zähen, den Bastfasern ähnlichen Zellen auf der Unterseite begleitet wird. Die Zellen der Oberhaut sind mit verhärteter firnißartiger Aussonderungsschicht überzogen, haben nach der Außenfläche zu zahlreiche Tüpfel, wie bei den Wedeln des Sagobaumes (Fig. 118) und die Zellen der Blattspitze sind durch frühzeitige Austrocknung der in ihnen enthaltenen Säfte und Festigkeit ihrer Wandungen so hart, daß eben dadurch die Spitze der Nadel die stechende Eigenschaft besitzt. Das Parenchym in der nächsten Umgebung des Gefäßbündels besteht aus regelmäßigen, parallelen, gestreckten Zellen; zwischen diesem Theile und der Oberhaut befinden sich zahlreiche Luftlücken, durch größere, abgerundetere Zellen von einander gesondert; aber durch mannigfache feine Interzellularräume mit einander verbunden (Fig. 136). Die Nadel steht auf einem kurzen Blattstiele, einer fadenförmig schmalen Fortsetzung des Blattes selbst, welche sich nur dadurch auszeichnet, daß hier das Parenchym weniger entwickelt ist. Unterhalb des Punktes, an welchem das Blatt aus dem Stengel entsprungen ist und auf welchem dasselbe daher nach seiner Ausbildung befestigt erscheint, vermehren sich die Zellen bei der Verlängerung des Stengels abwärts, so daß dadurch ein Wulst der Rinde gebildet wird, welcher sich immer bis in den Zwischenraum zwischen je zwei Nadeln der nächst tieferen Spiralreihe hinab erstreckt. Dieser Wulst bezeichnet die Stelle, auf welcher ein Nadelblatt stand, auch dann noch, wenn die Nadel abgestorben und vom Stengel losgetrennt worden ist. Letzteres geschieht nicht im Verlaufe desselben Jahres, in welchem die Nadel gebildet ist, sondern erst nach zweien, dreien oder mehreren, selbst 6 bis 8 Jahren, und ohne daß die Nadel zuvor verdorrte und braun wurde. An

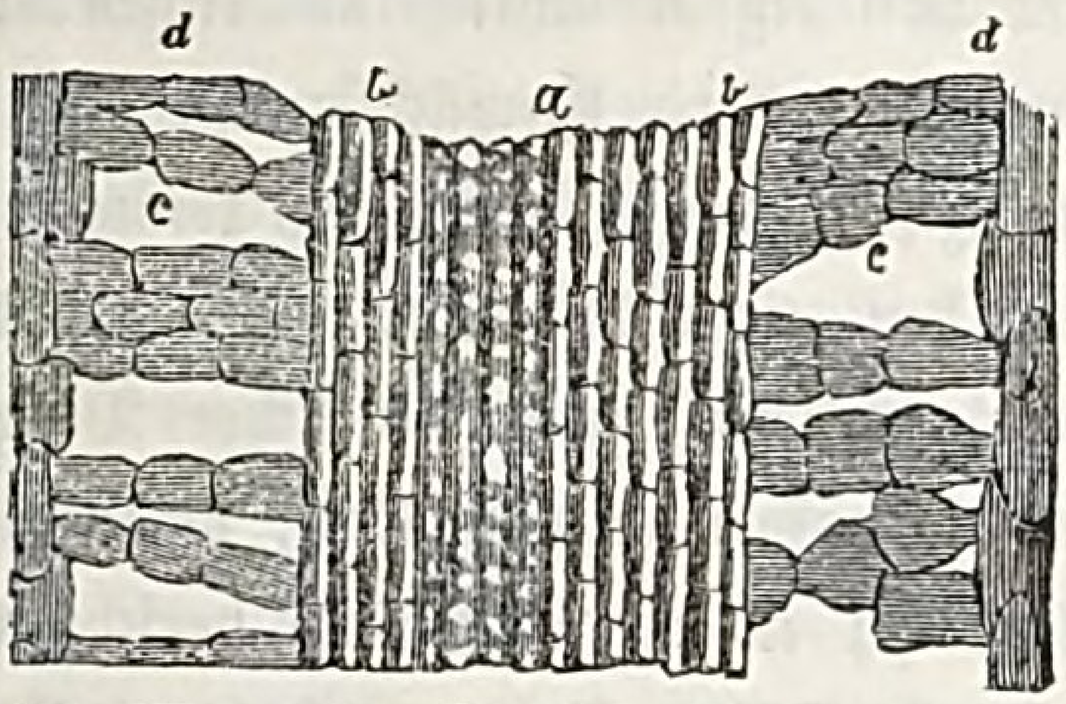


Fig. 136. Wagerechter Längsdurchschnitt durch eine Tannennadel. *

* a Gefäßbündel; b gestrecktes paralleles Parenchym; c Luftlücken; d Oberhaut.

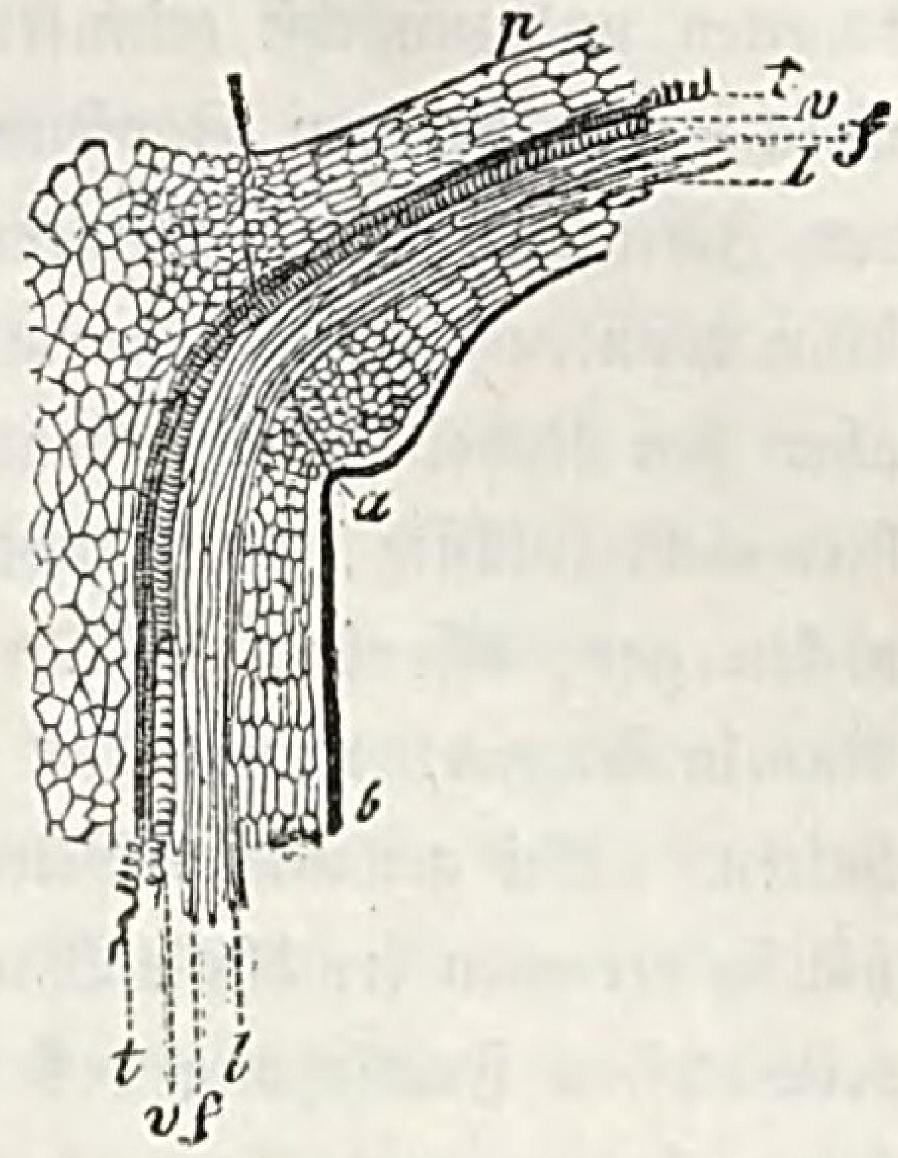


Fig 137. Senkrechter Schnitt durch den Punkt eines Stengels, an welchem ein Blatt entspringt. *

* b Oberhaut des Stengels; p Blattstiel; t und r Spiralgefäße; f Prosenchymbündel; l Bastfasern; a Anhäufung vom Zellgewebe, welches sich stark vermehrt und später an dieser Stelle die Ablösung des Blattstieles hervorruft.

der Lostrennungsstelle bleibt auf dem Wulste am Stengel eine Narbe zurück. Durch den Wulst, gleichsam eine mit dem Stengel verwachsene und mit der Rinde ausdauernde Fortsetzung des Blattstieles selbst, erstreckt sich das Gefäßbündel des Blattes abwärts, und da sich auch die zwischen demselben und den Prosenchymbündeln des Stengels liegenden Rindenzellen zu Prosenchymzellen, gewisse zu den Gefäßen der Markscheide sich erstreckende Prosenchymzellen, zu Gefäßen umbilden, so steht dadurch das Gefäßbündel des Blattes mit dem Prosenchym- und Gefäßbündelkreise des Stengels in unmittelbarer Verbindung, so daß man die Sache leicht so ansehen könnte, daß sich aus dem Gefäß- und Prosenchymringe des Stengels ein Gefäßbündel abgezweigt und in das Blatt hineinerstreckt habe (Fig. 137). Unmittelbar über einem solchen Vereinigungspunkte aber bleiben die Zellen des Stengels in dem Kreise der Prosenchymbündel eine Strecke weit parenchymatisch, dem Parenchym der Rinde ähnlich, so daß also allemal hier eine parenchymatische Verbindung des Markes und der Rinde zwischen den Prosenchymbündeln hindurch stattfindet, welche wir einen Markstrahl genannt haben. Allemal an einem solchen Punkte kann sich auch hier eine Achselknospe entwickeln, aus welcher ein Zweig entstehen soll. Im Spätsommer und Herbste finden wir solcher Knospen ziemlich viele an der jungen Tannenpflanze; dieselben haben aber keine Aehnlichkeit mit dem Aussehen der fortsprossenden und mit jungen Nadeln dicht umdrängten Gipfelknospe, vielmehr hat diese letztere, selbst auch nachdem der Stengel eine gewisse Länge erreicht hatte, eine ganz andere, mit den Achselknospen ganz übereinstimmende Form angenommen. Es erscheinen nämlich um die genannte Zeit alle diese Knospen als kleine, braune, runde, kegelförmig zugespitzte Knöpfchen, welche von braunen, sehr dünnen, trockenen und hautartigen, dabei aber zähen und harten Blattschüppchen, den sogenannten Knospendecken, gebildet sind, die, dachziegelig einander deckend, die zarte Axe sowohl des Stengelgipfels, als auch die der beginnenden achselständigen Zweige umschließen. Bei genauerer Betrachtung bemerkt man leicht, daß diese schuppenförmigen Blätter, die Knospendecken, ganz wie die Nadeln am Stengel, in regelmäßigen, aber sehr wenig aus der Ebene erhobenen, Spirallinien um die Axe geordnet stehen. Die einzelnen Spiralreihen stehen aber, da die Axe sich während ihrer Bildung wenig oder gar nicht verlängert hat, so nahe übereinander, daß fast unmittelbar immer ein Blatt in der Achsel zweier nächst unteren Blätter steht. Die Knospendecken

könnten uns zunächst erinnern an die Blätter von eigenthümlich abweichender Form, welche wir bei den Zapfenmoosen und manchen andern Gewächsen an den Spitzen der Zweige, in der Umgebung der Fortpflanzungsorgane u. s. w. kennen lernten. Wir könnten demnach vermuthen, daß dieselben eigenthümlich geformte, übrigens aber den Nadeln entsprechende Blätter wären. Allein ein so einfacher Vergleich ist hier nicht zulässig, denn nicht selten gelingt es, Knospen zu entdecken, deren Knospendecken ganz offenbar auf ihrer Spitze, welche zu einem Blattstiele verschmälert ist, Nadeln tragen, wonach es nicht möglich ist, sie selber für umgestaltete Nadeln zu halten. Bei genauerer Betrachtung bemerkt man, daß unmittelbar unter der Knospe häufig der oben erwähnte Wulst (Fig. 138, B), welchen wir als eine mit dem Stengel verwachsene Fortsetzung des Blattstieles ansehen können, bei einzelnen Nadelblättern sich mehr von dem Stengel trennt und dabei sich ausbreitet, so daß er ein lederiges blattähnliches Schüppchen darstellt. Diese Bildung steht gleichsam in der Mitte zwischen der gewöhnlichen Form einer Nadel, deren Blattstiel in einen am Stengel herablaufenden Wulst verlängert ist, und den Knospendecken, welche auf ihrer Spitze eine, meistens freilich nur kleine, Nadel tragen. Und diese letzteren nadeltragenden Knospendecken führen uns unmittelbar zu den gewöhnlichen Knospendecken und sagen uns, daß die letzteren zu betrachten sind, als blattartig ausgebildete Blattstielwulste, oder, wie man sagen könnte, als Blattstielblätter (phyllodia). Für gewöhnlich hat sich während der Bildung dieses von der Ursprungsstelle des Blattes abwärts wachsenden Theiles zugleich der Stengel unterwärts verlängert und mit demselben gleichsam verschmolzen; bei den Knospen aber, wo die Verlängerung des Stengels nicht stattgefunden hat, mußte der Blattstieltheil bei seinem Wachsthume sich über den Ansatzpunkt aufwärts hervorschieben.

Die Pflanze trägt im Spätsommer allemal eine Gipfelknospe, welche durch ihre Größe sich einigermaßen auszeichnet, und eine Anzahl von Achselknospen (Fig. 138). Keineswegs aber entspringt in jeder Achsel eine solche, sondern diese Regel gilt mit Sicherheit nur für zwei Blattachseln unmittelbar neben der Gipfelknospe, welche nie

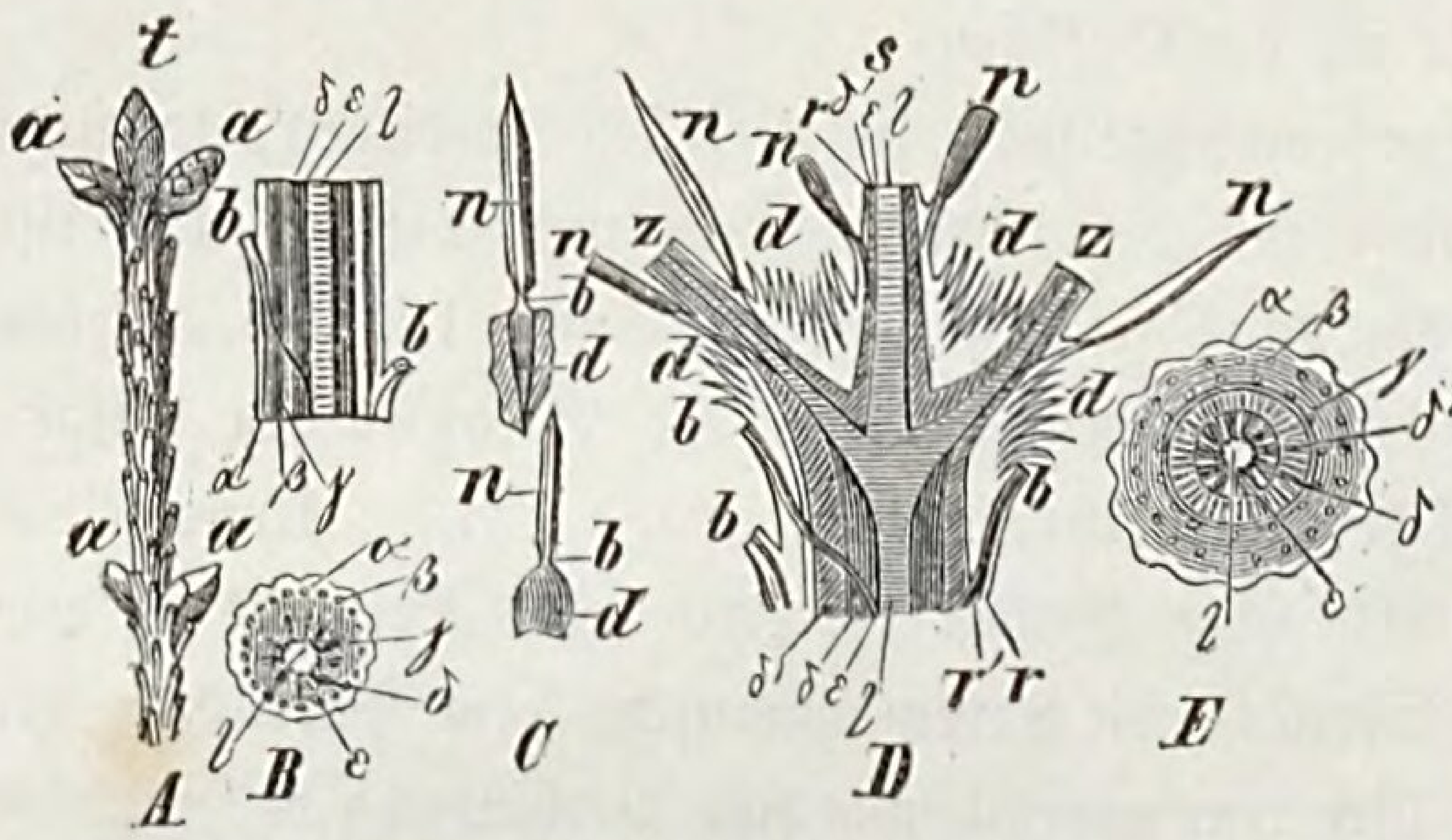


Fig. 138. Das Wachsthum junger Tannen. *

* A Der Stengel einer jungen Tannenpflanze im Herbste des ersten Jahres; die Blätter (Nadeln) sind abgenommen; *a* Knospen, welche sich in Blattachseln gebildet haben; *t* Gipfelknospe. — B Vergrößerter Durchschnitt eines solchen Stengels; die untere Figur ist ein Horizontalschnitt, die obere ein Längenschnitt; in beiden bedeutet α die äußerste farblose Rinde; β Harzgänge; γ die innere grüne Rindenschicht; δ Prosenchymbündel, zwischen welchen Markstrahlen verlaufen; ε die Gefäße der Markscheide, welche den innersten Theil der Prosenchymbündel bilden; ζ das Mark. In der obern Figur ist *b* der stehen gebliebene Theil der abgefallenen Blätter; man sieht ein Gefäß- und Prosenchymbündel von diesem Punkte zum Prosenchym- und Gefäßbündel des Stengels hinabsteigen. — C Nadelblätter; die obere Figur ist ein gewöhnliches Nadelblatt *n* mit seinem Blattstielchen *b*, welcher letztere, als langer Wulst *d*, an der Rinde hinabgeht, von der noch zu seinen beiden Seiten ein Fetzen der Oberhaut hangen geblieben ist. Die untere Figur zeigt eine Knospendecke *d*, auf deren Spitze *b* ausnahmsweise eine kleine Nadel *n* sich entwickelt hat. Man vergleiche beide Figuren in ihren einzelnen Theilen, um zu wissen, wofür man die Knospendecke zu halten hat. — D Die Gegend von *a*, *t*, *a* der Figur A, im zweiten Jahre; vergrößerter Durchschnitt. Aus *t* hat sich ein Gipfelsproß gebildet, von welchem unter *s* ein Theil sichtbar ist; aus *a*, *a* haben sich Zweige *z*, *z* entwickelt; *d*, *d* sind die auseinander geschobenen Knospendecken; *b*, *b* Blattstielnarben von Blättern des ersten Jahres, welche abgenommen sind; ζ Mark; ε Markscheide; δ Prosenchymbündel des ersten Jahres; δ' Prosenchymbündel des zweiten Jahres; *r'* innere Rindenlage, welche im zweiten Jahre sich gebildet hat; *r* äußere Rinde. — E Horizontalschnitt des zweijährigen Theiles von Fig. D; die Buchstaben bedeuten dasselbe wie in B und D.

fehlen. Wenigstens stehen in den Fällen, wo sie zu fehlen scheinen, doch sehr nahe unter dem Gipfel zwei Knospen, und es ist in diesem Falle offenbar, daß ausnahmsweise die Axe des Stengels sich noch nach der Bildung dieser Knospen um Weniges verlängerte und dabei Nadeln, anstatt bloßer Knospendecken, entwickelte. Gerade in solchen Fällen findet man auch besonders häufig die nadeltragenden Knospendecken. Weiter abwärts am Stengel bleiben die meisten Blattachseln unfruchtbar (knospenlos), und es stehen nur in gewissen Abständen einzelne Paare von Knospen, und zwar entspringen fast allemal zwei Knospen gerade aus einander gegenüberliegenden Punkten des Stengelumfanges, und ist die Richtung des oberen Paares von dem des nächst unteren allemal um einen mehr oder minder großen Kreuzungswinkel verschieden, so daß der Stengel in Zukunft aus diesen Knospen nach den verschiedensten Richtungen Zweige entwickeln kann.

Die dicht zusammenschließenden Knospendecken scheinen gleichsam einen Schluß für das Wachsthum des Jahres zu bilden, welches vorzugsweise im Frühlinge rege ist; sie bewahren das entwicklungsfähige Zellgewebe sowohl des Gipfels der Stengelaxe, als auch der kaum erst aus den Blattachseln hervorgesproßten Seitenaxen oder zukünftigen Zweige durch die rauhere Jahreszeit hindurch. Im nächsten Frühlinge dagegen beginnen alle diese Axen sich weiter zu entwickeln, die Knospendecken werden auseinander gedrängt und aus ihrer Mitte sproßt die Fortsetzung der Stengelaxe und sprossen die Seitenaxen der beginnenden Zweige, dicht mit gedrängten Nadelblättern besetzt, hervor. Alle Erscheinungen, welche wir an dem erstjährigen Pflänzchen wahrnehmen konnten, wiederholen sich nur an den einzelnen Trieben, welche im Laufe eines Frühjahres aus allen Knospen hervorbrechen, gerade wie der erste Trieb aus dem Samen hervorgebrochen war, mit bestimmten Beschränkungen. Diese Beschränkungen bestehen theils darin, daß die einzelnen Knospentriebe keine Wurzel besitzen, sondern sich durch die Wurzel des zuerst gebildeten Stengels ernähren, indem die von dieser aus dem Boden aufgesogenen Nahrungssäfte durch das Zellgewebe des Stengels zu ihnen hingeleitet werden. Ferner nehmen die Zweige eine etwas andere Form an, als die, welche der Stengel des ersten Jahres hatte, und welche auch der, die Fortsetzung desselben bildende Sproß der Gipfelknospe genau nachahmt; sie tragen nämlich die Nadeln vorherrschend nach beiden Seiten des Zweiges gerichtet, obgleich dieselben völlig regelmäßig auf ihrem ganzen Umfange stehen. Dadurch wird die Gestalt eines Zweiges mit seinen Nadeln mehr oder weniger plattgedrückt. Noch mehr aber zeigt sich dieser Unterschied, wenn die Fortsetzung der Stengel- oder Hauptaxe und die Seitenaxen oder Zweige im Sommer neue Schlußknospen erzeugen. Diese stehen dann an der Hauptaxe ganz nach derselben Regel wie früher, nur daß die beiden neben der Gipfelknospe entwickelten Seitenknospen sicher eine andere Richtung einhalten, als, nach dem sichern Beweise der unter der Gipfelknospe des vorigen Jahres entsprungenen Zweige, die entsprechenden Seitenknospen des vorigen Jahres. Dagegen an den Zweigen stehen neben der Gipfelknospe die Seitenknospen, und nicht bloß diese nächsten, sondern auch alle, welche weiter abwärts am Zweige entspringen, stets zu beiden Seiten wagerecht. Daher rührt es, daß nun, nachdem noch durch alle folgenden Jahre hindurch ganz nach denselben Regeln an der fortsprossenden Axe der Zweige stets neue Zweige zweiter Ordnung, und an diesen, ebenfalls ausschließlich in horizontaler Richtung, Zweige dritter

Ordnung u. s. w. sich entwickelt haben, der ganze Tannenzweig (mit seinen Neben- und Unterzweigen) die höchst regelmäßige und in einer Fläche ausgebreitete Form erhält, durch welche derselbe im höchsten Grade an die Wedel der Laubfarren erinnert, und welche im Wesentlichsten die so leicht erkennbare Tracht der Tanne hervorruft. Eine andere wichtige Verschiedenheit der Zweige im Gegensatze zu der Stengelaxe beruht in der ungleichen Zunahme des Umfanges dieser verschiedenen Organe.

Im Frühlinge besitzen die Zellen des Baumes, ohne daß wir den Grund dieser Thatsache zu ermitteln im Stande wären, in höherem Grade die Fähigkeit, Nahrungssäfte aufzusaugen, als zu anderer Zeit, besonders zur Zeit des Herbstes und Winters. Um diese Jahreszeit schwillt besonders die Schicht zarten Zellgewebes beträchtlich an, welche die Bastschicht der Rinde von dem Ringe der Prosenchymbündel des Stengels trennt und welche wir die Bildungsschicht oder das Cambium nennen. Diese Schicht ist während der übrigen Jahreszeiten kaum bemerkbar, fast ganz verschwunden. Jetzt aber füllen sich die Zellen derselben mit reichlichen Säften, welche zur Erzeugung neuer Zellen geeignet sind. Die in großer Zahl neugebildeten Zellen stellen bald, nach Auflösung der Mutterzellen, ein äußerst kleinzelliges und zartes, wasserhelles Parenchym dar, dessen Zellen in einer äußerst lebendigen fortwährenden Theilung und somit Vermehrung begriffen sind. Dieses Cambium steht in unmittelbarer Verbindung mit dem bildungsfähigen Zellgewebe der Gipfelknospe, welches selber ein Cambium genannt zu werden verdient. Ebenso besteht die Axe jeder Seitenknospe aus solchem Cambium. In dem Zellgewebe der Bildungsschicht zwischen den Prosenchymbündeln und dem Baste bleiben bald gewisse Zellengruppen in Bezug auf die weitere Theilung und Vermehrung zurück; besonders durch horizontale Scheidewände theilen diese Zellen sich bald nicht mehr. Jedem Prosenchymbündel einerseits und jedem Bastbündel andererseits entspricht eine solche Zellengruppe. Schließlich bilden die einen dieser Zellengruppen, welche bald als langgestreckte Zellen erscheinen, sich an die Prosenchymbündel anschließend, neue Prosenchymbündel, die andern, sich an die Bastbündel anschließend, neue Bastbündel. Ueberall aber, wo die Bildungsschicht mit Markstrahlen in Berührung war, welche die Prosenchymbündel und die Bastbündel durchsetzen oder stellenweise gleichsam auseinander drängen, da bildet sich das neue Zellgewebe der Bildungsschicht als Parenchym aus, welches sich innigst an die älteren Markstrahlen anschließt. Die neugebildeten Bast- und Prosenchymbündel sind übrigens auch keineswegs ganz gleichmäßig und einfach, sondern enthalten stellenweise Parenchym, ganz von der Beschaffenheit der Markstrahlen, welches die einzelnen Theile der neugebildeten Prosenchymbündel und Bastbündel stellenweise gleichsam auseinander drängt und somit auch die Form der Markstrahlen (Fig. 134, r) wiederholt. Diese neugebildeten Markstrahlen unterscheiden sich von den früheren nur dadurch, daß sie von der Rinde nur bis gegen die früheren Prosenchymbündel, nicht aber durch diese hindurch bis ins Mark verlaufen. Die Zellen der Prosenchymbündel vermehren sich, wenn sie einmal gebildet sind, nicht mehr; sie dehnen sich nur in der Richtung der lebhaftesten Bewegung der Säfte, d. h. der Länge nach, allmählig stärker aus und nehmen dabei die zugespitzte Form an, vermittelst deren sie sich so innig ineinander zu fügen im Stande sind. Dabei schließen sich noch fortwährend neue Zellen aus dem sie zunächst umgebenden Parenchym, welches weit länger seine Entwicklungfähigkeit

beibehält, an sie an, so daß dadurch die Markstrahlen allmählig fast verdrängt werden. Der Ring der Prosenchymbündel ist nun ein zweifacher geworden, und da die äußersten Theile des erstjährigen Ringes eine viel größere Dichtigkeit und Festigkeit der Zellen besitzen, als die innersten Theile des neugebildeten Ringes, deren Zellen im Querschnitte eine weit beträchtlichere Oeffnung zeigen, so erkennt man im Sommer des zweiten Jahres auf einem Querschnitte schon mit bloßem Auge ganz deutlich eine Grenzlinie zwischen dem inneren und dem äußeren Ringe. Man nennt den Stengel der Pflanze nun einen Stamm. Die Prosenchymbündel geben durch ihre Länge, ihre Festigkeit und die eigenthümliche Art und Weise ihrer Ineinanderfügung dem Gewebe der Pflanze die Härte, Haltbarkeit und Zähigkeit, welche die Eigenschaften des Holzes bilden. Aus diesem Grunde kann man die Prosenchymbündel auch recht wohl geradezu Holzbündel, und die Ringe, welche sie darstellen, Holzringe nennen. Nur darf man nicht vergessen, daß auch die Markstrahlen einen wesentlichen und bedeutenden Theil des Holzes ausmachen. In dem jungen Stengel befanden sich in der ersten Zeit seiner Entwicklung nur wenige, vereinzelte Holzbündel, zwischen denen breite Markstrahlen sich befanden (Fig. 139). Allein mit der fortschreitenden Entwicklung des Stengels schalteten sich allmählig zwischen den ersten Holzbündeln neue ein, so daß sich die Zahl derselben und zugleich, weil jedes neue Holzbündel einen Markstrahl in zwei Hälften schied, die Zahl der Markstrahlen verdoppelte. Es folgte später eine neue Einschaltung; die eingeschalteten Bündel, welche in ganz bestimmtem Zusammenhange mit den am Stengel neu entwickelten Blättern stehen, treten aber mit den zu ihren beiden Seiten befindlichen Bündeln durch schief laufende Prosenchymzellen in Verbindung, und daraus muß der Umstand hervorgehen, daß die Markstrahlen nicht von unten bis oben ununterbrochen fortlaufen, sondern daß sie gleichsam die

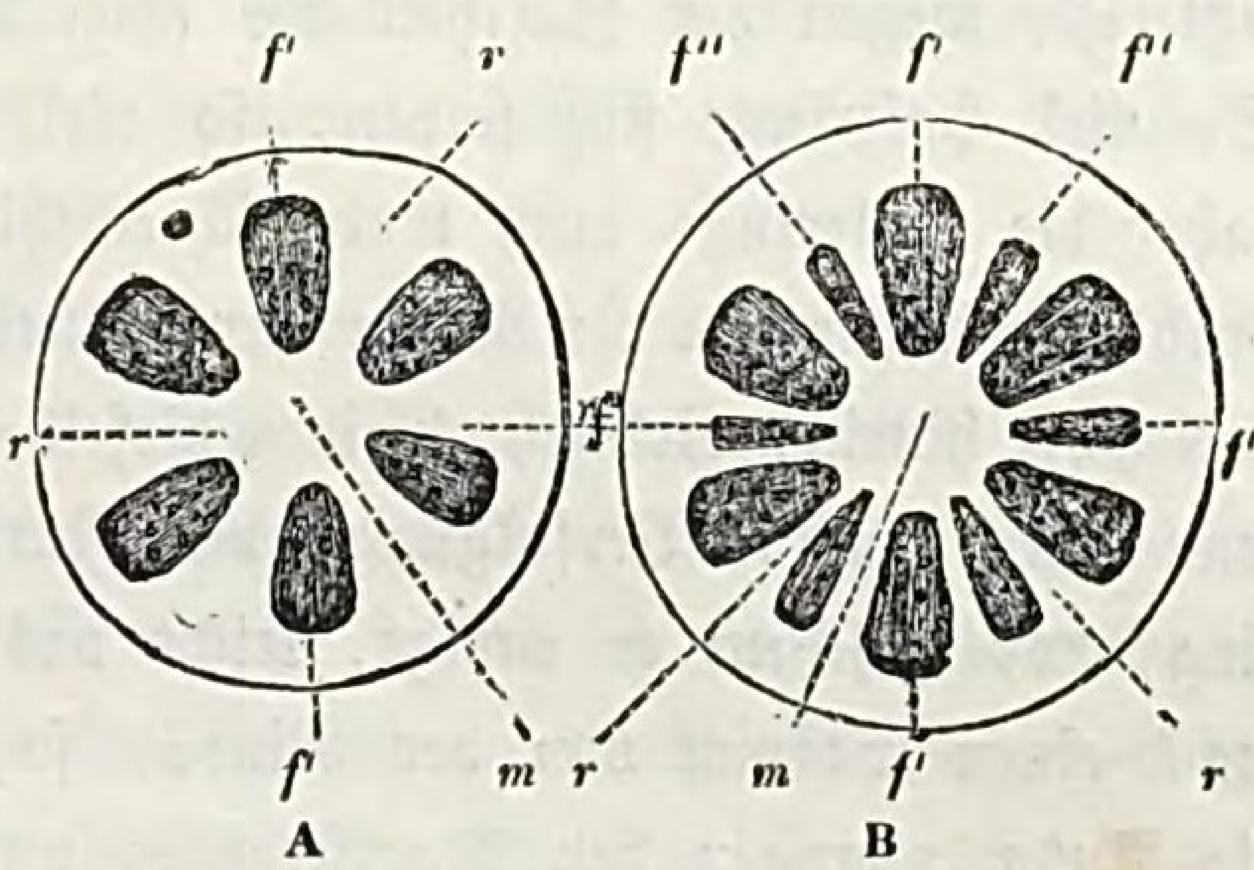


Fig. 139. Ideale Durchschnitte durch ganz junge Stengel, in vergrößertem Maßstabe. *

* A Erster Jugendzustand; B etwas späterer Entwicklungszustand; *m* Mark; *r* Markstrahlen; *f'* zuerst gebildete Prosenchymbündel; *f'* später eingeschaltete Bündel.

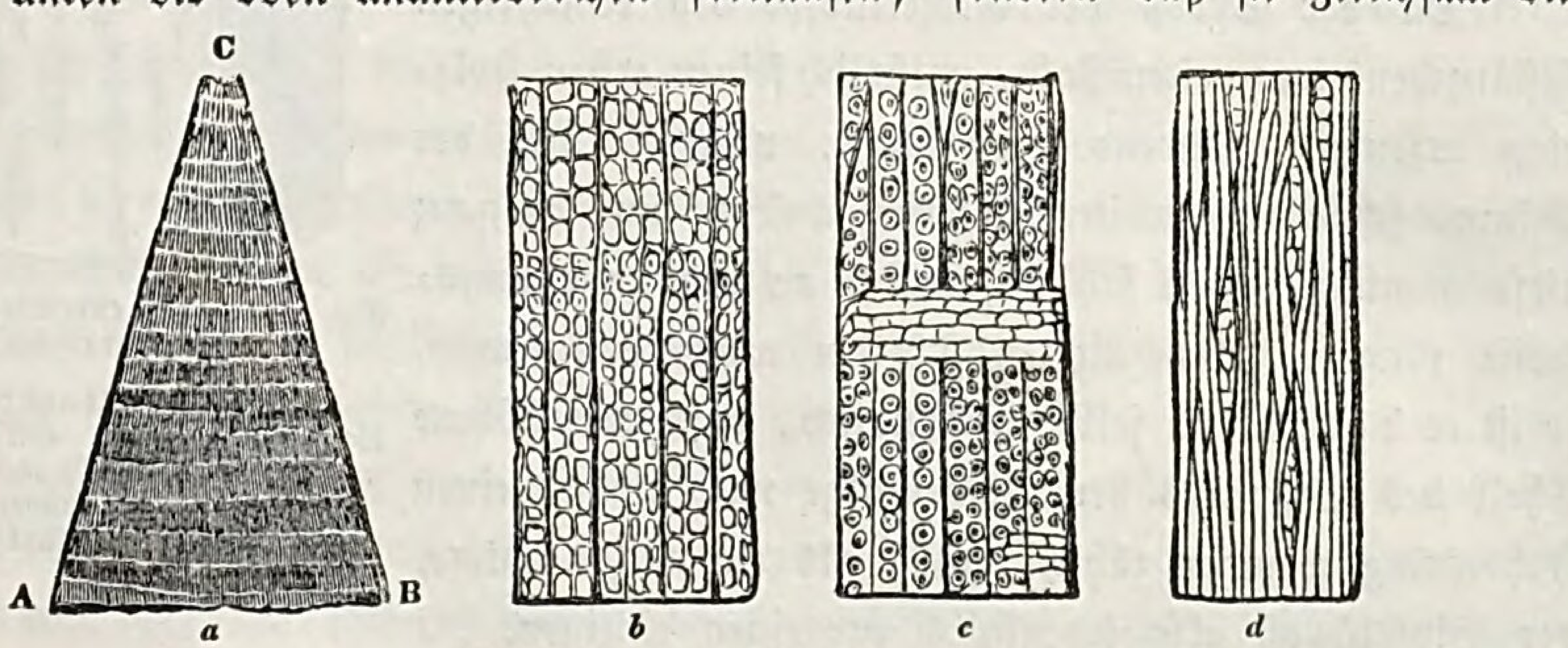


Fig. 140. Tannenholz. *

* *a* Durchschnitt durch ein Stück ohne Rinde eines Tannenstammes, welches nach den Markstrahlen gespalten ist; A, B jüngster Holzring; C Markscheibe; man bemerkt deutlich die Holzringe, welche zwanzig Jahre zählen lassen; *b* ein Theil desselben Durchschnittes, in der Länge anderthalben Jahresringen entsprechend; man erkennt den Unterschied in der Weite der Zellen an der Gränze der beiden Jahresringe; die schwarzen Linien deuten die Markstrahlen an; *c* ein eben so großes Spänchen in der Richtung B C senkrecht abgespalten; man sieht die getüpfelten Prosenchymzellen, welche, da die Zeichnung nach einer anderen Tannenart gemacht ist, nicht, wie bei der gemeinen Tanne, eine Reihe von Tüpfeln, sondern deren zwei besitzen; Markstrahlen verdecken stellenweise die Prosenchymzellen; *d* ein eben so großes Splitterchen in der Richtung B A abgespalten; man sieht die Holzbündel und die Markstrahlen.

Zwischenräume eines Maschenwerkes ausfüllen, welches von den Holzbündeln gebildet wird (Fig. 140). Ganz ebenso verhalten sich die Markstrahlen im Verhältniß zu den Bastbündeln, deren Zahl ebenfalls vom Gipfel des Stengels her fortwährend zunimmt (Fig. 134, f). Das Parenchym der Rinde bleibt, wie die Markstrahlen, längere Zeit hindurch entwicklungsfähig und dehnt dadurch den Umfang der Rinde aus, welche ohne diese Ausdehnung von der neugebildeten Holzschicht auseinander gesprengt werden müßte. Die Schicht von Bastbündeln und Parenchym, welche sich während der Bildung des zweiten Holzringes vom Cambium aus an die entsprechenden Theile der Rinde anlegt, ist viel dünner, als die neugebildete Holzschicht. Nachdem die Entwicklung dieser neuen Schichten zu beiden Seiten des Cambium vollendet ist, erscheint das letztere wieder gerade so unbedeutend, ja nur mit Mühe wahrnehmbar, wie es vor Beginn des Frühlings war. Erst das folgende Frühjahr ruft in demselben ganz dieselben Vorgänge wiederholt hervor, und die Bildung eines neuen Holzringes und einer neuen Bastschicht ist die Folge davon. Es ist leicht begreiflich, daß man hienach das Alter eines Stammes leicht zu beurtheilen im Stande sein wird, wenn man die Holzringe oder die Bastschichten desselben zählt. Ersteres ist sehr leicht, letzteres, wegen der Zartheit der einzelnen Schichten, meistens ganz unausführbar. So viel Holzringe sich finden, so viel Jahre alt ist der Stamm, und man nennt daher die Holzringe auch wohl schlechthin Jahresringe (s. Fig. 131). Die Markstrahlen dringen von der Rinde her natürlich nur zum kleinen Theile bis zum Marke in das Holz hinein, vielmehr bleiben dieselben, je jünger sie sind, um so kürzer, so daß man durch genaue Verfolgung jedes Markstrahles, von der Rinde bis an den Jahresring, vor welchem er endigt, leicht das Alter eines jeden bestimmen kann. Entblößt man einen Stamm von der Rinde, so sieht man an der äußeren Fläche desselben die Ausmündungen der Markstrahlen und kann dieselben auf dem Querschnitte verfolgen. Auch sind es eben die Markstrahlen, welche die Richtung bestimmen, in welcher das Holz beim Austrocknen aufzureißen pflegt, und welche eben dieses Aufreißen sehr begünstigen (Fig. 141). Ebenso hangt von ihnen vorzüglich die Spaltbarkeit des Holzes ab.

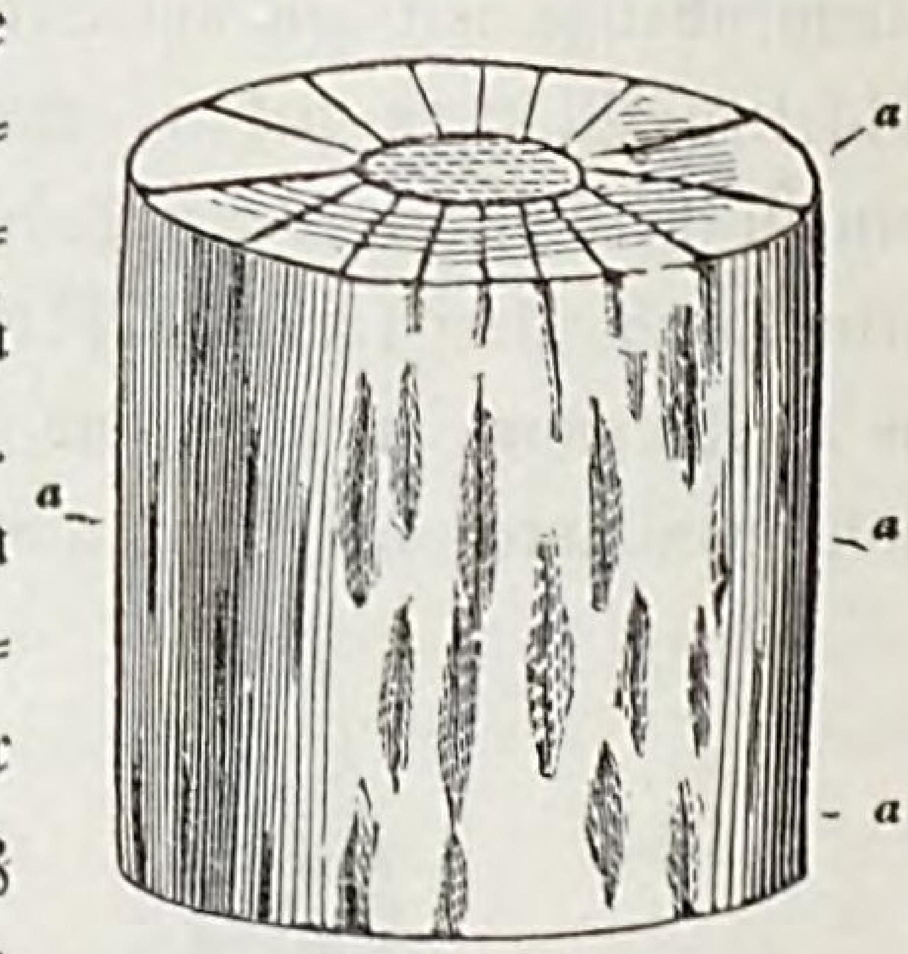


Fig. 141. Ein entrindeter Stamm, etwas vergrößert. *

* Man bemerkt auf dem Umfange die Markstrahlen, auf dem Querschnitte das Mark und die durch Austrocknung entstandenen Risse in der Richtung der Markstrahlen.

Da der Sproß der Gipfelknospe des einjährigen Pflänzchens im zweiten Jahre natürlich seinen ersten Holzring erzeugt, während der ältere, untere Theil der Pflanze schon den zweiten Holzring ansetzt, und da ganz diese nämliche Regel sich alljährlich an den beziehungsweise jüngeren und älteren Theilen wiederholen muß, so ist es darnach von selbst verständlich, daß jeder höhere Theil des Stammes der Reihenfolge nach immer einen Jahresring weniger zählen muß, als der nächst untere, der Gipfelsproß also jedenfalls nur einen einzigen.

Innerhalb des neu aus einer Achselknospe am Stamme entspringenden Zweigsprosses findet sich, ganz wie beim einjährigen Stengel, eine Markröhre, umgeben von einer aus Gefäßen gebildeten Markscheide und einem Ringe von Holzbündeln, welche ihrerseits wieder von einer Cambialschicht, einer Bastschicht, einer grünen Rindenschicht, einer farblosen Rindenschicht und einer Oberhaut umgeben sind. Das

Mark des Zweiges ist eine unmittelbare Fortsetzung des Markstrahles, welcher in der Blattachsel, aus welcher die Knospe des Zweiges entsprang, ausmündete. Mit jedem Jahre bekommt auch der Zweig eine neue Holzschicht und Rindenschicht, kurz, er verhält sich ganz, wie der Stamm selber, und die aus ihm entsprungenen Zweige zweiter, dritter Ordnung u. s. w. folgen immer den nämlichen Gesetzen. Ebenso die Zweige, welche im zweiten, dritten, vierten Jahre u. s. w. aus dem entsprechenden Gipfelsprosse entspringen. Die Holzringe der Zweige sind aber verhältnißmäßig dünner, als die des Stammes, und es nimmt daher die Dicke des Zweiges nicht in demselben Maße zu, wie die des Stammes, so daß viel jüngere Theile des Stammes gleichwohl weit dicker zu sein pflegen, als viel ältere Zweige. Dazu kommt, daß das Wachsthum des Zweiges nicht mit dem des Stammes ausdauert, sondern der Tannenzweig erreicht eine bestimmte äußerste Grenze seines Wachsthumes, in Folge dessen er stets sehr unbedeutend bleiben muß, im Vergleiche zum Stamme. Nach Erreichung dieser Grenze des Wachsthumes stirbt der Zweig ab und steht nadellos am Stamme, bis daß der Wind den morsch gewordenen abbricht oder ein Zufall ihn herabwirft. Dieses begrenzte Wachsthum ist abermals ein auffallendes und wichtiges Merkmal, durch welches sich der Tannenzweig mit dem Farren- und Cykadeenwedel vergleichen läßt, bei allen erheblichen Verschiedenheiten, welche zwischen beiderlei Zweigformen stattfinden.

Das Mark bleibt im Stamme, wie in den Zweigen, stets in seiner unveränderten Dicke; es ist daher, wenn es im einjährigen Sproß beträchtlich erscheint, in einem alten Stamme verhältnißmäßig sehr unbedeutend. Auch stirbt der untere Theil desselben allmählig ab, die Zellen erfüllen sich, indem die Säfte austrocknen, mit festen Stoffen, welche in den letzteren aufgelöst waren. Auch die Holzschichten sterben der Reihe nach allmählig ab. Man bemerkt an einer dunkleren Färbung, welche sie annehmen, daß sich Stoffe in den Zellen derselben abgelagert haben, welche dem neugebildeten Holze fehlen, und durch welche theils die Wandungen der älteren Zellen mehr und mehr verdickt und somit den in der Pflanze cirkulirenden Säften unzugänglich, theils die inneren Räume derselben ausgefüllt werden. Vorzugsweise ist es der verhärtete Rückstand des Harzsaftes, welcher die älteren Holzbündel erfüllt und bräunt. Man unterscheidet hienach die weicheren, saftreicheren, hellfarbigen Holzschichten, welche sich zunächst unter der Rinde befinden, von den härteren, festeren, dunkleren inneren Schichten. Erstere nennt man den Splint oder das Weißholz (alburnum), die letzteren Kernholz oder Hartholz (duramen). Nur das Kernholz ist zur Verarbeitung brauchbar; der Splint ist nicht nur unnütz, sondern sogar schädlich, weil derselbe leicht in Fäulniß übergeht und diese dann (Seite 565) sich leicht auch dem übrigen Holze mittheilt.

Die äußeren Schichten der Rinde befinden sich im Verhältniß zur Cambialschicht in einer ähnlichen Lage, wie die älteren Holzschichten. Sie werden mehr und mehr von derselben entfernt und sterben, die äußersten zuerst, allmählig ebenfalls ab, wobei dann noch obendrein die in ihren Zellen abgelagerten Stoffe mehr oder weniger in Fäulniß übergehen und die braune Färbung derselben bewirken. Die abgestorbenen Theile sind natürlich nicht mehr fähig, sich genügend auszudehnen, wie es die Bildung neuer Rinden- und Holzschichten im Innern erfordert, und in

Folge dessen reißen sie auf und blättern ab, indem einzelne Schichten rascher sich auflösen, als andere, und indem die abwechselnde Befeuchtung durch Regen und Ausdörrung durch den Sonnenschein die Masse veranlaßt, sich zusammenzuziehen und zu dehnen, und dadurch den Zusammenhang der Theilchen allmählig aufhebt. Der erste Anfang dieser Erscheinung zeigt sich sehr früh, indem nämlich kurz nach dem Abfallen der Nadeln die entsprechenden Wulste der Rinde, welche wir als an den Stengel oder Zweig gewachsene Blattstieltheile betrachtet haben, sich mit Fetzen der Oberhaut lostrennen, zusammenrollen und abfallen. Die Ueberreste der Knospendecken, welche man an dem Grunde mehrjähriger Zweige nicht selten noch als eine Hülle antrifft, aus deren Mitte der Zweig sichtbarlich hervorgegangen ist, fallen ebenso allmählig ab.

Es ist noch übrig, die Veränderungen anzuführen, welche die Wurzel des erstjährigen Stengels bei der Entwicklung des Tannenbaumes erleidet. Während bei den mit keiner Hauptwurzel versehenen Pflanzen, in der Regel jedem Blatte oder Zweige (Wedel) entsprechend, eine neue Hülfs- oder Adventivwurzel aus der Axe des Stengels oder Stockes entspringt, werden hier an deren Stelle Zweige der Hauptwurzel gebildet. Die Wurzel erhält ebenso, wie der Stamm, dessen unmittelbare Fortsetzung nach unten sie ist, mit jedem Jahre eine neue Holzschicht. Somit ist die Wurzel hier, von dem Ursprungspunkte der Pflanze ausgehend, wie der Stamm selber, gleichsam ein Gegenbild desselben. Der Stamm, abgesehen von dem Vorzuge, daß er mit jedem Jahre in seinem Umfange wächst, sowohl durch Anlagerung neuer Holzschichten, als auch durch das Fortsprossen der Zweige, besitzt nicht nur an einem Ende die Fähigkeit, fortzuwachsen, sondern an beiden entgegengesetzten. Es ist begreiflich, wie großen Einfluß auf die Entwicklungsfähigkeit einer Pflanze es haben muß, wenn dieselbe die Fähigkeit besitzt, in demselben Maße, als sie auf der einen Seite ihre entwicklungsfähigen Organe vervielfältigt, auf der andern Seite ihre Ernährungsorgane zu vermehren; und dieses ist die Bedeutung der Wurzel und zu diesem Zwecke gestaltet sie sich höchst abweichend von dem Stamme, mit welchem sie ursprünglich so nahe verwandt, ja gleicher Herkunft ist. Nie bilden sich an derselben Blätter oder ähnliche Organe, niemals Knospen mit Knospendecken. Unmittelbar bricht aus der Hauptaxe eine Nebenaxe hervor, welche sich zu ersterer verhält, wie ein Zweig zum Stamme, und ebenso verästeln sich diese Wurzelzweige wiederum. Jedoch geht alles dieses hier nicht mit solcher Regelmäßigkeit vor sich, wie beim Stamme. Die Hauptaxe kann, je nach den Umständen, welche der Boden des Standortes oder andere Zufälligkeiten mit sich führen, bald länger, bald kürzer erscheinen. Die Entwicklung derselben wird oft frühzeitig gehindert, und es treten dann die Zweige derselben an ihre Stelle und erreichen eine ungewöhnlich starke Ausdehnung, so daß es manchmal scheint, als ob unmittelbar aus dem Stamme mehrere Wurzeln entsprängen. Dasselbe gilt ebenso für die Nebenzweige und für die weiteren Verästelungen. Auch die Richtung der einzelnen Theile der Wurzel verräth nichts von der Regelmäßigkeit der Zweige. Im Allgemeinen ist die Länge ihrer einzelnen Theile sehr beträchtlich im Vergleich zur Dicke; äußerst biegsame und zähe, fadenförmige und peitschenartige Triebe laufen weit in den Boden hinein oder kriechen nahe unter der Oberfläche dahin, je nachdem sie von der Beschaffenheit des Erdreiches begünstigt werden. Immer zartere Nebentriebe entspringen aus den

stärkeren; haarförmige Büschel sind die letzten Verästelungen. Diese sind an ihrem Umfange mit zartwandigen, haarartig ausgedehnten Zellchen besetzt (Fig. 142), welche die Bodenfeuchtigkeit durch Endosmose in sich aufnehmen. Die Rinde der Wurzel ist in ihrem äußeren Umfange in einer beständigen Vermoderung begriffen und gibt dem Boden auf diese Weise immerfort einen Theil der von der Pflanze assimilirten Stoffe zurück.

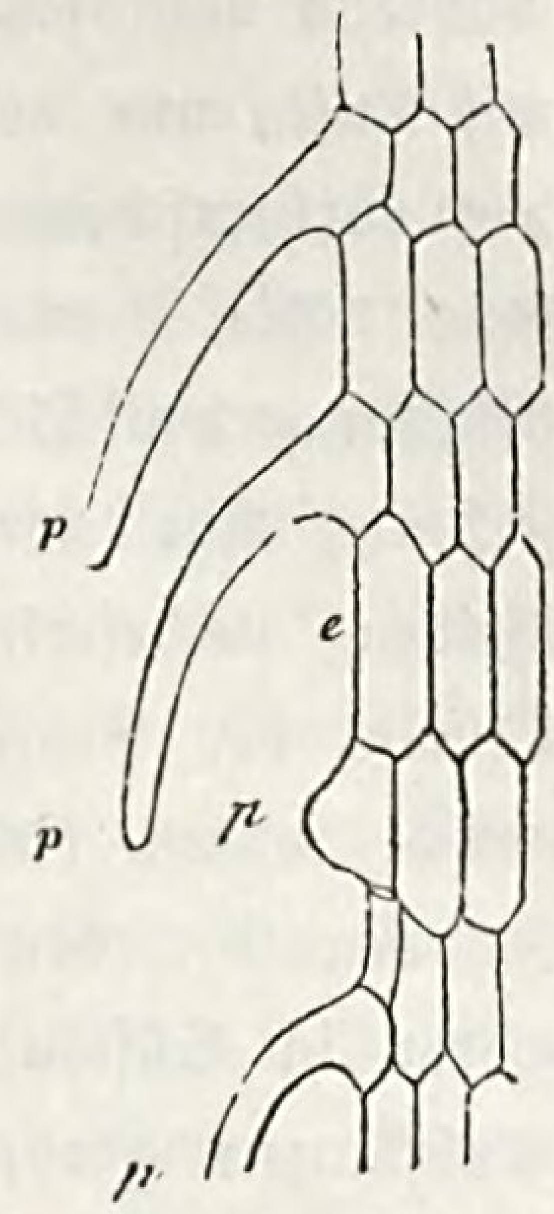


Fig. 142. Wurzelzellen.*

* Wir benutzen zur Erläuterung dieser im Pflanzenreiche sehr häufigen, fast allen Wurzeln zukommenden Einrichtung die Abbildung der äußeren Zellenschicht von einer jungen Wurzel der Krapppflanze (**Isatis tinctoria**); *e* Parenchymzellen; *p* Haarzellen in verschiedener Ausbildung.

Die Nahrung der Tanne besteht in der vom Regen und Thau herrührenden Bodenfeuchtigkeit. Diese enthält stets, wie wir wissen, Kohlensäure und Ammoniak, diese in Wasser sich auflösenden Bestandtheile der atmosphärischen Luft, welche von den atmosphärischen wässerigen Niederschlägen in geringer Menge aufgenommen und dem Boden zugeführt werden, und welche die allgemeine Nahrung aller Pflanzen bilden. Diese Nahrung findet die Tanne in jedem Boden. Freilich wird ihr dieselbe in größerer Menge dargeboten in einem von üppigem Moose bedeckten (Seite 639) oder von modernden thierischen und pflanzlichen Stoffen durchdrungenen, „humosen“ Erdreiche; allein ganz fehlt dieselbe selbst in dem dürrsten Flugsande nicht, und da die Tanne weiterer Nahrung nicht bedarf, sondern außer dieser nur noch einige, in jedem Boden vorkommende, mineralische („unorganische“) Stoffe aufnimmt, welche nach der Verbrennung ihrer verschiedenen Theile als Aschenbestandtheile zurückbleiben, so kann sie auch selbst auf solchem gedeihen. Ja, dieser lockere Boden hat, vermöge einer allgemeinen Eigenschaft aller porösen Körper, die Fähigkeit, Gase in sich zu verdichten, d. h. eine viel größere Menge gasartiger Stoffe in sich aufzunehmen, als man nach den Poren oder Zwischenräumchen zwischen den Theilen solcher Körper, in diesem Falle zwischen den Sandkörnchen, erwarten möchte. So ist ein solcher Boden, ganz abgesehen von dem, was der Regen ihm noch obendrein zuführt, eine reiche Vorrathskammer solcher Gase, welche die atmosphärische Luft enthält. Aus diesen Substanzen, aus der Kohlensäure und dem Ammoniak, bereiten die Zellen der Wurzel bei der Tanne ebenso, wie bei allen andern vollkommeneren Pflanzen, solche Mischungen, welche zur Ernährung und Vermehrung der Pflanzenzellen dienen können. Eine dextrinhaltige Flüssigkeit steigt, von Zelle zu Zelle sich mittheilend, in der Pflanze empor, immer nach den Gesetzen der Endosmose und Exosmose diejenigen Zellen aufsuchend, welche Lösungen von anderer Beschaffenheit, zumal solche von größerer Dichtigkeit enthalten. Die Blätter und alle blattartigen Theile der Pflanze geben durch fortwährende Verdunstung stets eine große Menge Wasser von sich, und die in ihren Zellen enthaltenen Säfte erleiden somit eine fortwährende Eindickung, welche zur Verwelkung und endlich zur Vertrocknung führt, sobald der Zudrang neuer dünnerer Lösungen aufhört. Diese Zellen berauben daher stets die ihnen zunächst gelegenen ihrer wässerigen Flüssigkeiten und veranlassen diese dadurch, auf die weiter folgenden ebenso zu wirken. Diesem Zuge folgt der in den Wurzeln aufsteigende äußerst dünnflüssige Saft. Welchen Weg derselbe befolgt, darüber ist völlige Gewißheit noch keineswegs erlangt; indeß scheint er alle Gewebe der Pflanze gleich-

mäßig zu durchdringen, selbst auch die Gefäße, welchen man früher glaubte die Bedeutung zuschreiben zu dürfen, welche den Adern im Körper der Thiere zukommt, während man jetzt weiß, daß dieselben nach ihrer vollen Ausbildung in der Regel mit Luft, nur ausnahmsweise mit Säften gefüllt, freilich aber unter dem Einflusse der vorherrschenden Richtung der Saftmittheilung in der Pflanze gebildet worden sind. Die Prosenchymzellen, ähnlich, wie die Gefäße, unter dem Einflusse der Richtung der Säfte entstanden, und denselben bis auf einen kleinen Schritt nahe stehend, sind vorzüglich geeignet, die Bewegung des Saftes durch raschere Mittheilung zu beschleunigen, und können somit schnell alle Organe der Pflanze mit der Quelle der Flüssigkeit in Verbindung setzen und denselben Vorräthe überliefern, welche sodann durch das übrige Zellgewebe von ihnen aus weiter vertheilt werden. In den Geweben findet der Saft aufsteigend fast überall Substanzen, welche entweder in Säften eingedickt oder gar ungelöst abgelagert sind, und er löst diese Substanzen großentheils auf seinem Wege, so daß seine Dichtigkeit zunimmt, je weiter er fortschreitet, wie man dies durch Abschneiden von Bäumen oder Zweigen in verschiedenen Höhen über der Erde im Frühlinge während der heftigsten Saftandrangsperiode an dem aus der Wunde ausfließenden Safte prüfen kann. Mit reichlichen Nahrungsstoffen beladen, dringt der Saft in die Blätter. Hier kommt derselbe in Berührung mit den durch die Stomate eingedrungenen und in den Luftlücken und den zahlreichen anderen Poren, den Interzellularräumchen des Gewebes, verdichteten Gasen, insbesondere mit der Kohlensäure. Diese wird von der in den Zellen enthaltenen Flüssigkeit begierig aufgenommen, wahrscheinlich in Folge besonderer chemischer Eigenschaften von Mischungen, welche sich nunmehr im Safte gebildet haben. Es gehen neue Mischungen vor sich, in welche der Kohlenstoff der eingesogenen Kohlensäure mit eingeht, der somit gebunden wird, während der Sauerstoff abgeschieden und ausgehaucht wird; ja, die Menge des ausgehauchten Sauerstoffes ist so groß, daß jedenfalls auch aus dem Sauerstoffgehalte der Saftbestandtheile selbst noch ein Zuschuß zu demselben gegeben werden muß. Reicher an Kohlenstoff und an Wasserstoff — letzterer wahrscheinlich aus einer Zerlegung von Wasser herrührend, welche eben zur Abscheidung von Sauerstoff führte — sammeln sich die umgeänderten Säfte in den Interzellularräumen und fließen in diesen abwärts. Aus dem Blattstiele herabsteigend, lagern sie, auf dem Scheidewege zwischen Holzsystem und Rindensystem, um den Grund desselben Nahrungsstoffe in den Zellen ab, welche geeignet sind, die Achselknospe für ihre spätere Entwicklung zu befähigen, durchdringen großentheils die Markstrahlen und Prosenchymbündel des Holzes, in denen sie Substanzen zurücklassen, erfüllen zumal die Stränge harzführender Zellen in den Prosenchymbündeln und sinken in den Harzgängen der Rinde hinab, der Wurzel zu, um theils in der Rinde des Stammes, theils in dem Holze desselben und in der Wurzel, welche sie gänzlich durchdringen, einzutrocknen oder ihrer Auflösung entgegenzugehen. In der Rinde bildet sich dabei eine reichliche Menge von Tannin oder Gerbsäure, weßhalb die Tannenrinde zum Gerben benutzt werden kann.

Aus den Harzgängen der Tanne fließt, zu Zeiten freiwillig hervordringend, bei jeder Verwundung der Rinde aber reichlich hervorquellend, der bekannte klebrige Harzsaft, welcher gemeiniglich Terpentin genannt wird. Derselbe ist ein Gemenge

verschiedener Substanzen, von denen der hauptsächlichste, das Harz, sich vermittelst eines flüchtigen Oeles, des Terpentinöles, in aufgelöstem Zustande befindet. Wir hatten schon öfter Gelegenheit, flüchtige oder ätherische Oele zu erwähnen. Solche sind im Pflanzenreiche sehr häufig; sie sind die Ursache der tausendfachen Wohlgerüche, der nervenerregenden und oft schädlichen, betäubenden Düfte, welche von Hölzern, von Blättern, von Blumen verbreitet werden. Allein man begreift unter dieser gemeinsamen Benennung sehr verschiedenartige Substanzen, theils nur aus Kohlenstoff und Wasserstoff bestehende, welche dann „zweielementige oder sauerstofffreie" genannt werden, theils „sauerstoffhaltige, dreielementige," theils endlich „schwefelhaltige," d. h. solche, welche aus Kohlenstoff und Wasserstoff nebst wenigem Schwefel, und dazu bald mit, bald ohne Stickstoff gemischt sind. Alle sind durch starkes Vorherrschen des Wasserstoffes charakterisirt und tragen ihren Namen aus dem Grunde, daß sie sehr leicht verdunsten und sich der Luft mittheilen, d. h. verflüchtigen. Das Terpentinöl gehört zu den ersteren, indem seine Zusammensetzung durch die Formel $C^{10} H^{16}$ ausgedrückt wird. Dasselbe wird in den Blättern der Tanne erzeugt, wie das Harz selber, mit welchem es in sehr nahen Beziehungen steht, indem es sich sehr leicht in solches umwandeln kann. Da nämlich die Mischung des Harzes der Formel $C^{10} H^{15} O$ entspricht, so braucht das Terpentinöl nur eine Verhältnißmenge von Wasserstoff abzugeben und eine Verhältnißmenge von Sauerstoff aufzunehmen, um selber Harz zu werden. Einer solchen Umwandlung des Terpentinöles scheint wirklich das Harz seine Entstehung zu verdanken. Läßt man Terpentinöl in Berührung mit der Luft längere Zeit in einem bedeckten Gefäße stehen, wo die Verflüchtigung desselben nur in geringem Grade stattfinden kann, so geht dasselbe in Harz über; der Vorgang dabei ist der, daß eine Verhältnißmenge des aus der Luft aufgenommenen Sauerstoffes mit einer Verhältnißmenge von Wasserstoff zusammentritt, und Wasser bildet, welches verdunstet, und eine andere Verhältnißmenge von Sauerstoff in die Mischung des Rückstandes eingeht. Wenn man nach einiger Zeit versucht, das Terpentinöl zu verdunsten, welches man durch Erwärmung leicht bewirkt, so bemerkt man, daß nur noch ein Theil des Inhaltes des Gefäßes sich wirklich verflüchtigt, der Rest aber als zähflüssiges Harz zurückbleibt. Es ist sehr wahrscheinlich, daß eine solche Umwandlung auch innerhalb der Harzgänge in der Tanne vor sich geht und in Folge derselben die Menge des Harzes stets gegen die des Terpentinöles zunimmt. Zum Theil muß sich daher das Harz, wenn es aus Mangel an lösendem Oele zu dickflüssig wird, schon in den Zellen und Zwischenräumen des Holzes ablagern, wie man dieses ja in Tannenbrettern so oft wahrnehmen kann. Wenn der Harzsaft aus den Rissen der Rinde hervorbricht und an die freie Luft gelangt, so erstarrt derselbe völlig, indem das Terpentinöl sich theils verflüchtigt, theils umwandelt. Von solcher Verflüchtigung rührt der bekannte starke Duft der Tannenwälder her, welcher außerdem von dem Holze, besonders aber den Zweigen und Blättern der Tanne, in so hohem Grade verbreitet wird. Die Harze, deren die verschiedenen zapfentragenden Gewächse manche eigenthümliche, übrigens in den Mischungsverhältnissen wenig vom Tannenharze abweichende Arten enthalten, wie das Geigenharz oder Kalophonium, Dammarharz, Sandarakharz u. s. w., haben die Fähigkeit, sich außerordentlich lange ohne Veränderung ihrer Mischung zu erhalten, d. h. der Fäulniß zu wider=

stehen. Man benutzt dieselben daher so allgemein als Ueberzug (Theer, Firniß) von solchen Gegenständen, welche man gegen Fäulniß sichern will.

Die Zubereitung assimilirter Substanzen geht innerhalb der Blätter nur unter dem anregenden Einflusse des Sonnenlichtes vor sich; auch ist stets eine gewisse Temperatur zu diesen chemischen Mischungen und Entmischungen erforderlich. Sobald diese Temperatur mangelt, tritt ein Stillstand ein. Jedoch sind noch keineswegs alle Bedingungen gehörig aufgeklärt, welche das plötzlich kräftig beginnende Wachsthum im Frühling, den allmähligen Stillstand im Sommer, die völlige Ruhe im Herbste und Winter hervorrufen. Allerdings ist das Wachsthum in günstigen, warmen, sonnigen Jahren weit stärker als in kalten, nebeligen; man findet davon Beweise in allen Theilen des Baumes; denn nicht allein sind die jährigen Sprossen, welche sich in einem solchen Jahre entwickeln, stärker und länger, selbst die Nadelblätter üppiger und länger, sondern auch die Holzschicht derselben Periode ist weit dicker, so daß man mit voller Sicherheit auf einem Querschnitte des Stammes nach der geringeren oder beträchtlicheren Dicke der Jahresringe dem Witterungscharakter eines jeden entsprechenden Jahres nachrechnen kann. Ja, der Einfluß des Lichtes und der Wärme auf die Pflanze ist so groß, daß jedesmal an der gegen Süden gerichteten sogenannten „Sommerseite“ eines Stammes die sämmtlichen Jahresringe stärker sind, als an der „Winterseite,“ sei es nun, daß an dieser Seite innerhalb des Stammes selber unter Begünstigung obiger Einflüsse die Vermehrungsfähigkeit der Zellen lebhafter war, oder, da dieses, wegen der völligen Undurchdringlichkeit der Rinde für das Licht und selbst fast gänzlicher Unfähigkeit derselben, die Wärme zu leiten und somit dem Innern des Stammes mitzutheilen, sehr unwahrscheinlich ist, sei es, daß die Verarbeitung der Säfte in den Blättern der begünstigten Zweige so viel rascher und reger geschieht und dadurch eine reichlichere Nahrung mit dem absteigenden Safte den unter dem Ursprunge dieser Zweige befindlichen Theilen des Baumes zugeführt wird. Man kann durch die Form der Jahresringe an einem Stamme stets mit Sicherheit nachweisen, welche Seite des Stammes der Sonne vorzugsweise ausgesetzt war.

Die in Obigem gegebenen Andeutungen über den Vorgang der Ernährung der Pflanze durch aufgesogene Nahrungsflüssigkeit, der Umänderungen der chemischen Mischung dieser Flüssigkeit und über den Weg der mehr oder minder zubereiteten oder unbrauchbar gewordenen Säfte, müssen leider bislang noch sehr undeutlich und unsicher bleiben. Weniges weiß man mit Gewißheit, das Meiste wird von verschiedenen Seiten sehr verschieden gedeutet, und über sehr Vieles sind wir noch weit entfernt, mehr als Vermuthungen machen zu können. So, um nur eines Beispieles zu erwähnen, ist noch Niemand im Stande, die Erscheinung zu erklären, daß die von abgesägten Tannen stehen gebliebenen unteren Stammstücke, welchen also Zweige und Blätter völlig fehlen, eine lebhafte Bildung neuer Zellen in ihrem Cambium wahrnehmen lassen, indem sich zwischen Rinde und Holz ein neuer Holzring bildet, welcher sich sogar über die Schnittfläche erhebt und dieselbe zum Theil überdeckt, eine Erscheinung, die man mit dem Ausdrucke des „Ueberwallens“ der Tannenstöcke bezeichnet und nur auf eine sehr gesuchte Weise durch eine unterirdische Zusammenwachsung der Wurzeln des abgesägten Baumes mit denen eines lebendig gebliebenen Baumes hat erklären wollen.

In den beispielsweise an der gemeinen Tanne dargestellten Vegetationsverhältnissen stimmen sehr viele Nadelbäume, bis auf geringe Abweichungen in der Form, ganz mit dem genannten Baume überein. So z. B. die sogenannte Edel- oder Weißtanne (Pinus picea *L*; P. abies Duroi; Abies pectinata Decandolle), welche sich nur dadurch auszeichnet, daß die Nadeln derselben ungestielt sind, d. h. anstatt vermittelst eines fadenförmigen Blatstielchens an dem Stengel oder Zweige befestigt zu sein, gerade am unteren Theile eine kleine Anschwellung besitzen, welche unmittelbar dem Wulste, der hier ziemlich wenig bemerkbar ist, anliegt. Bei dieser Tannenart stehen die platten, nicht stechenden Blätter noch mehr, als bei der gemeinen Tanne nach beiden Seiten der Zweige gerichtet, so daß sie auf den ersten Blick zweizeilig zu stehen scheinen. Ebenso ist es beim Eibenbaume (Fig. 143), dessen „Nadeln" durchaus nicht diesen Namen verdienen, indem sie ziemlich bandförmig breit sind. Dieser Baum zeichnet sich nebenbei auch dadurch aus, daß die Rinde desselben ihre äußeren Schichten periodisch in großen Fetzen und Platten abwirft und daher immer dünn und glatt erscheint. Auch die Wachholder (Juniperus) haben ganz ähnliche Vegetationsverhältnisse und höchst spitzige, ungestielte Blätter, deren ziemlich breiter parenchymatischer Saum zu beiden Seiten des Gefäßbündels, welches eine kielartige Mittelrippe darstellt, aufwärts gebogen ist, so daß die Blätter rinnenförmig erscheinen. Die Araucarien oder Andestannen (Araucaria), die Stellvertreter unserer europäischen Tannen in den Wäldern Südamerika's, zeichnen sich durch sehr eigenthümliche Blattformen aus. Bei einigen derselben sind die Nadeln äußerst schmal, dagegen sehr dick, so daß sie nach oben und unten eine scharfe Kante haben (Araucaria excelsa); bei andern dagegen sind sie sehr breit, theilweise halb so breit als lang und mit ihrem breiten Grunde ganz am Stamme oder an den Zweigen befestigt (imbricata). Hier haben sie dann mit „Nadeln" gar keine Aehnlichkeit. Diese Blätter der Araucarien lösen sich auch gar nicht von der Rinde der Zweige ab, sondern hangen noch vertrocknet als lederige braune Schuppen an denselben, bis sie mit der Rinde selbst abgeworfen werden. Die Blätter der Cuminghamien (Cuminghamia) und des Gingkobaumes (Gingko s. Salisburya biloba) ähneln vollkommen der Form gewöhnlicher Laubblätter, indem sie zu breiten, selbst lappigen Platten ausgebreitet sind, in denen sich die Gefäßbündel gabelig verästelt finden. Die Wachholder sowohl, als die Araucarien, weichen in der Bildung der Knospen wesentlich von den Tannen ab; indem bei diesen die braunen Knospendecken gänzlich fehlen, die Knospen vielmehr aus ganz kurz zusammengedrängten grünen Blätterbüschelchen bestehen, deren Blätter sich nur durch verhältnißmäßig auffallende Kürze auszeichnen. Die Wachholder tragen fast in jeder Blattachsel eine ausgebildete Knospe; jedoch entwickeln diese sich nicht alle zu wirklichen Zweigen; sondern viele fallen verdorrend ab. Auf jedem Umgange um den Stengel findet man sechs Blätter, und von diesen stehen immer je drei sehr nahe beisammen, fast genau auf gleicher Höhe des Stengels, während bis zu den nächsten dreien, welche mit den ersteren

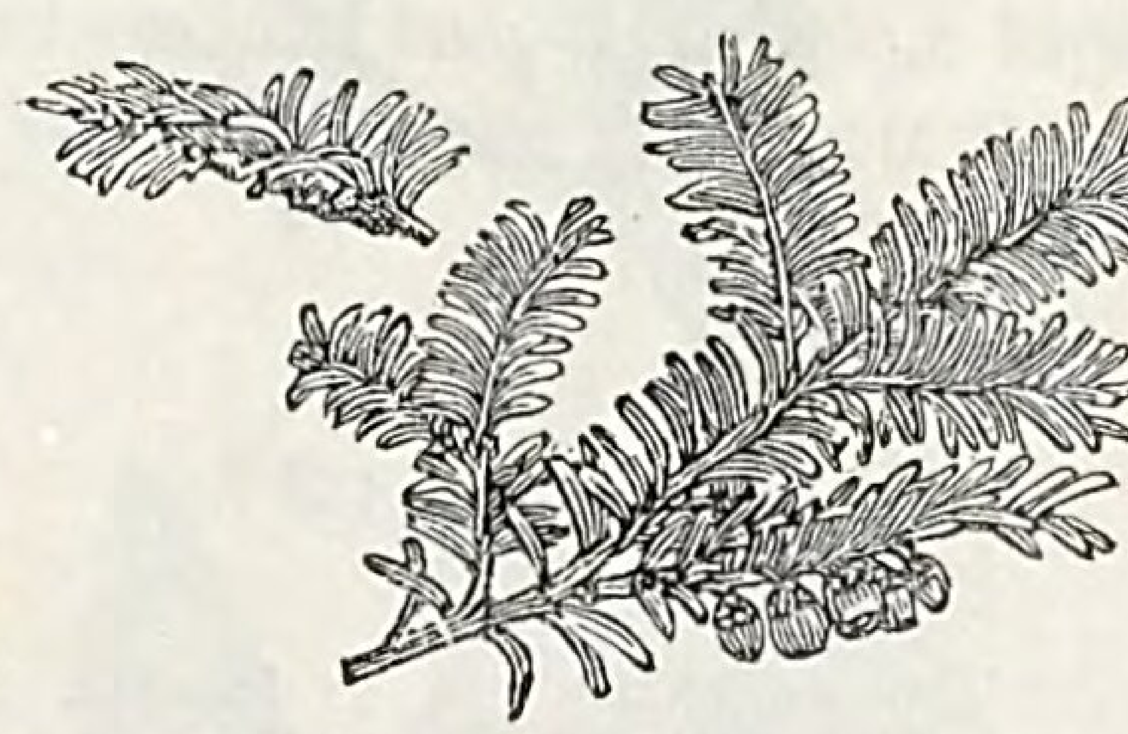


Fig. 143. Zweige des Eibenbaumes (Taxus baccata). 1/3 d. nat. Gr.

in der Stellung abwechseln, ein beträchtlicher Zwischenraum bleibt. So bilden allemal drei Blätter einen dreistrahligen Quirl um den Stengel. Dieselben neigen sich nach Entwicklung der Achselknospen rücklings, so daß ihre Unterseite mit dem Stengel einen spitzen Winkel bildet. — Sehr eigenthümlich sind die Blätter der Lebensbäume (Thuja) und der Cypressen (Fig. 144); dieselben ahmen die

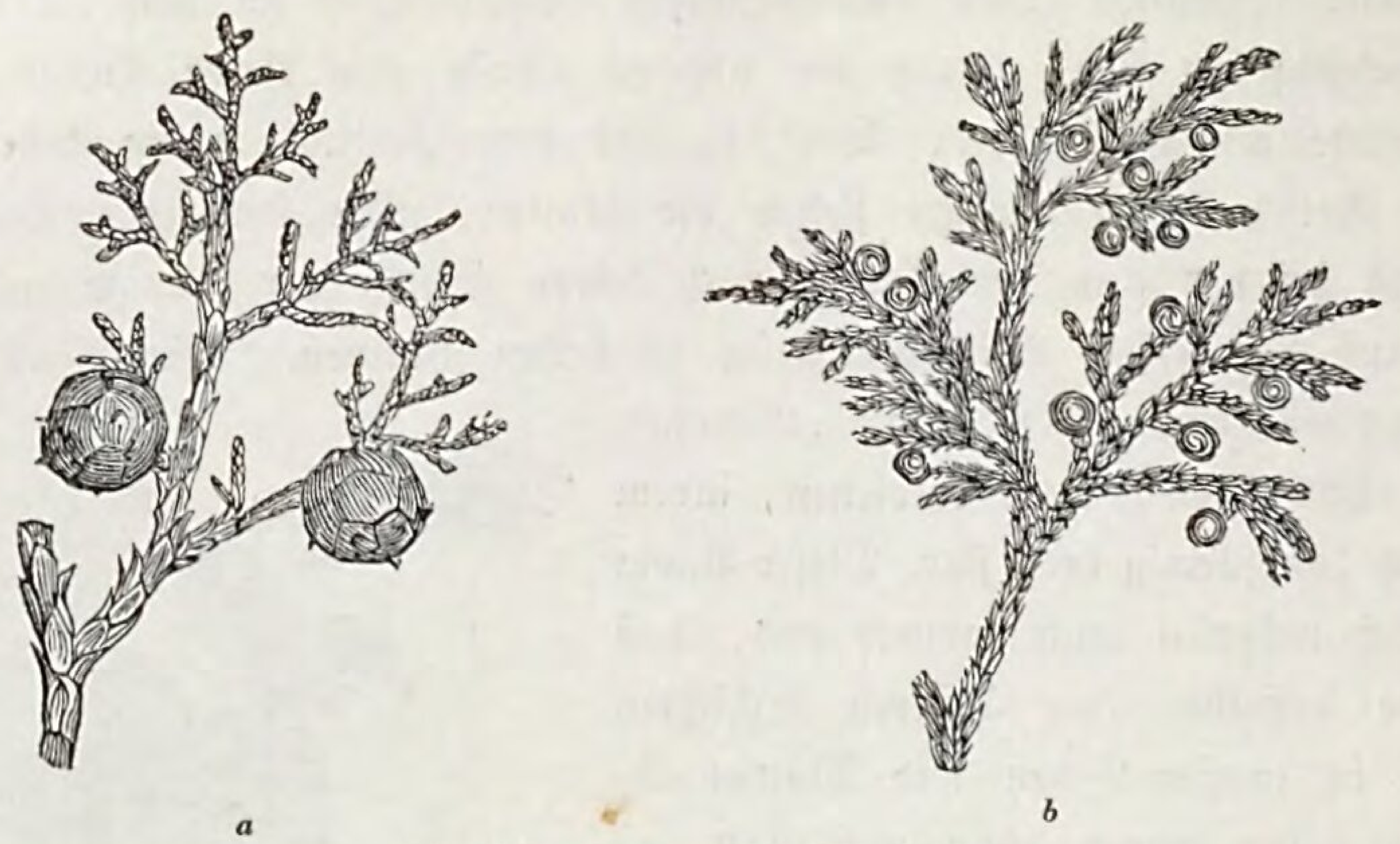


Fig. 144. Zweige von Cypressen. *

* *a* Die immergrüne Cypresse oder der Todtenbaum (Cupressus sempervirens). *b* Die weiße Cypresse (C. thyoides).

Form der Blätter mancher Araucarien in kleinerem Maßstabe nach, indem sie als dreieckige, kurze, lederartige Schuppen an den Stengel und die Zweige mit einer breiten Basis angewachsen sind. Sie liegen immer eng an den Theil, aus welchem sie entsprungen sind, angedrückt und bedecken diesen, indem sie dachziegelig auf einander übergreifen. Anstatt eines am Stengel herablaufenden Wulstes sieht man hier die unmittelbare Fortsetzung des ganzen Blattes in voller Breite am Stengel sich abwärts erstrecken. Durch die in spitzem Winkel steil am Stamme aufsteigenden Zweige hat die gemeine Cypresse eine sehr schlanke, der Alleepappel ähnliche Tracht. Die Lebensbäume tragen sehr regelmäßig die Blattschuppen paarweise in gleicher Höhe einander gegenüberstehend am Umfange der Axe, und die Paare wechseln so miteinander ab, daß ihre Richtungen sich allemal kreuzen und also beide Blätter des dritten Paares immer genau wieder über denen des ersten Paares stehen. Allemal bleiben nun alle Paare einer Richtung ohne Achselknospen, während alle sämmtlichen Paare der andern Richtung Achselknospen entwickeln. Die aus diesen entspringenden Zweige stehen folglich zweizeilig; aus ihnen aber entspringen wiederum ganz nach derselben Regel Nebenzweige, und die aus diesen entwickelten Unterzweige folgen dem nämlichen Gesetze. So breitet sich das Ganze eines solchen Zweiges mit seinen Seiten-, Neben- und Unterzweigen in derselben Ebene aus, und es entsteht eine Zweigform, welche so sehr an die Regelmäßigkeit und Gestalt der Laubfarrenwedel erinnert, daß von dem, welcher nicht als Botaniker nach der Entwicklungsweise Blätter und Zweige zu unterscheiden vermag, die Zweige des Lebensbaumes leicht, wie die Farrenwedel, als Blätter angesehen werden könnten. Bei dem abendländischen Lebensbaume (Thuja occidentalis) stehen diese Zweige horizontal, bei dem morgenländischen (Th. orientalis) dagegen senkrecht (vertikal).

Eine erhebliche Abweichung von allen vorhergenannten Bäumen bieten, jedoch

hauptsächlich nur in der Anordnung der Blätter, die Föhren oder Fichten und Pinien, die Weymouthskiefern und Zürbelkiefern oder Arven, sowie die Lärchen und Cedern dar. Bei allen diesen entwickeln sich an den hervorsprossenden Stengeln und Zweigen unmittelbar, anstatt der Nadeln oder Blätter, nur kleine braune knospendeckenähnliche lederige oder gar holzige, lang zugespitzte Schuppen. Aber aus den Achseln aller dieser Schuppen, welche hier wirklich die Stelle der Blätter vertreten und wie diese später mit Zurücklassung eines, hier breiten, lederartigen, Wulstes am Stengel abfallen, entspringen schon, während der Stengel oder Zweig sich in die Länge ausdehnt, Achselknospen. Diese Achselknospen sind mit hautartigen Blättchen, wirklichen braunen Knospendecken, versehen, allein aus der Mitte derselben schieben sich mehrere sehr lange und schmale Nadelblätter hervor. Die Axe dieser Achselknospen verlängert sich dabei gar nicht bemerkbar, und so scheint es auf den ersten Blick, als ob unmittelbar aus dem Stengel oder Zweige die Nadeln büschelweise hervorbrechen. Unsere gemeine Föhre (Fig. 145) trägt auf diese Weise allemal in der Achsel einer lederartigen, an den Stengel gewachsenen Blattschuppe, ein Büschelchen von zwei langen Nadeln (welche sich noch dadurch auszeichnen, daß zwei Gefäßbündel neben einander durch dieselben verlaufen), die an ihrem Grunde von den hautartigen Knospendecken wie mit einer Scheide umhüllt sind. Innerhalb einer solchen Scheide findet man eine äußerst kurze Axe, um welche die Deckblättchen, nebst den beiden Nadeln, in spiraliger Anordnung dicht gedrängt zusammenstehen; die beiden Nadeln stehen unmittelbar neben dem Gipfel dieser Axe, welcher nur mit Mühe zwischen ihren Befestigungspunkten als ein winziges Zellenhäufchen entdeckt wird und gleichsam von ihnen erdrückt erscheint, während die zwei Nadeln selbst sich um so mehr verlängert haben. Man könnte glauben, die Axe selbst habe sich durch eine Gabelung in Form der beiden Nadeln verlängert; doch ist dies nur in so fern der Fall, als die beiden Seitenorgane sich, mit Unterdrückung der Gipfelzellen der Axe, gleichsam an die Stelle dieser letzteren gesetzt haben. Diese Nadeln fallen nebst ihrer ganzen Achselknospe schon im zweiten, dritten oder höchstens vierten Jahre völlig ab, ganz wie die nicht zu Zweigen entwickelten zahlreichen Achselknospen des Wachholders. Nur auf dem Gipfel des Stengels oder Zweiges bilden sich einige entwicklungsfähigere Knospen, nämlich am Schlusse jeder Wachsthumsperiode eine starke Gipfelknospe, neben welcher zwei, seltener drei oder vier Seitenknospen stehen. Diese sind mit einer sehr großen Menge von hautigen Knospendecken umhüllt und haben ganz die Form der Tannenknospen, nur in größerem Maßstabe. Harzsaft, welcher von diesen Knospendecken ausgeschwitzt wird, leimt sie gleichsam zusammen und schützt die eingeschlossene entwicklungsfähige und zarte Axe vor Nässe und Kälte. Im nächsten Frühlinge entsproßt dann jeder solchen Knospe ein Stengel oder Zweig, welcher wieder sogleich mit zahlreichen nadelerzeugenden Achselknöspchen

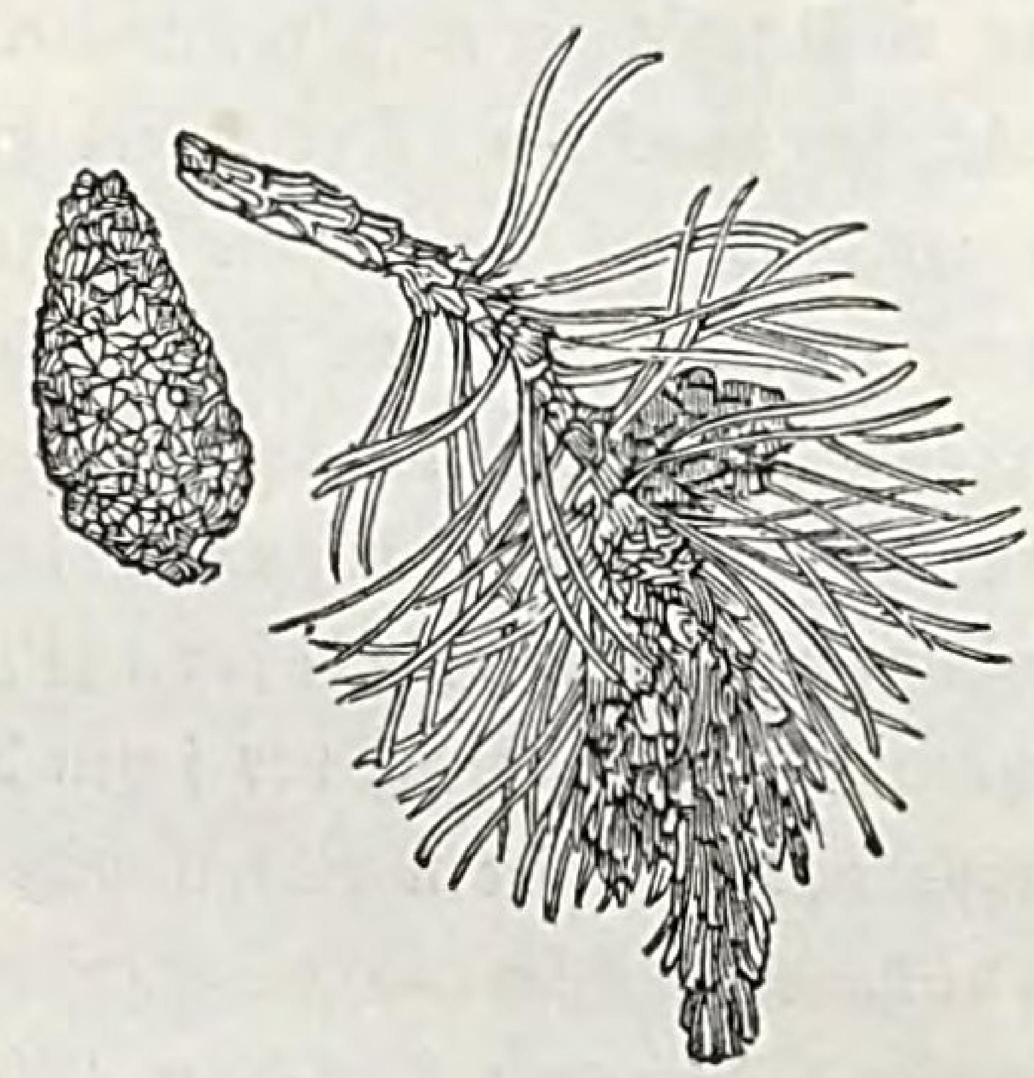


Fig. 145. Der Zweig einer Föhre (Pinus sylvestris) 1/2 d. nat. Gr.

besetzt ist, aus denen, mit ihm selber gleichzeitig, die Nadeln hervortreten. Jeder mit Nadelbüscheln besetzte Stengel= oder Zweigspross gleicht einem, je nach der Ueppigkeit des Wachsthumes 1 bis 8 Zoll langen, Wedel und ähnelt dem Wedel mancher Schafthalme. Die Nadeln haben in Folge des aus denselben ausschwitzenden Harzsaftes, welcher eintrocknend eine Menge mikroskopisch feiner Harzkörnchen auf denselben zurückläßt, eine blaugrüne oder grauliche Farbe. Der Wuchs der Föhre ist in der Jugend kaum minder regelmäßig, als bei der Tanne; auch hier breiten die Nebenzweige der vom Stamme entspringenden Zweige sich nach beiden Seiten aus, und ihre Verästelungen befolgen dieselbe Richtung. Jedoch kann eine Störung dieser Regelmäßigkeit hier viel auffallender werden, da die Zahl der entwicklungsfähigen Knospen unregelmäßiger ist. Manchmal erhält sich die Form des Baumes bis zu hohem Alter in vollster Regelmäßigkeit; allein meistens wird die Entwicklungsfähigkeit des Gipfelsprosses des Stammes früher oder später unterdrückt, indem die nächst benachbarten Zweige denselben überholen, worauf der Gipfelspross dann meistens ganz aufhört, weiter zu wachsen, während die Zweige in der Dicke beträchtlich zunehmen. Der Baum hat dann ein ganz verändertes Ansehen (Fig. 146), wie man es bei der Tanne niemals findet. Ebenso nehmen die Pinien (Pinus pinea), welche mit den Föhren in Betreff der Nadeln übereinstimmen, im Alter eine ähnliche, wegen der prachtvollen schirmartigen Ausbreitung der Zweige berühmte Form an. Die Weymouthskiefern (Pinus strobus) und Zürbelkiefern (Pinus cembra) zeichnen sich nur dadurch vor jenen besonders aus, daß sie aus einer jeden Nadelknospe immer fünf Nadeln entwickeln und die Knospendecken völlig abwerfen. Bei den Lärchen (Fig. 147) und Cedern (Fig. 148) sind die jungen Triebe, sowohl der Stengel, als auch der Zweige, mit

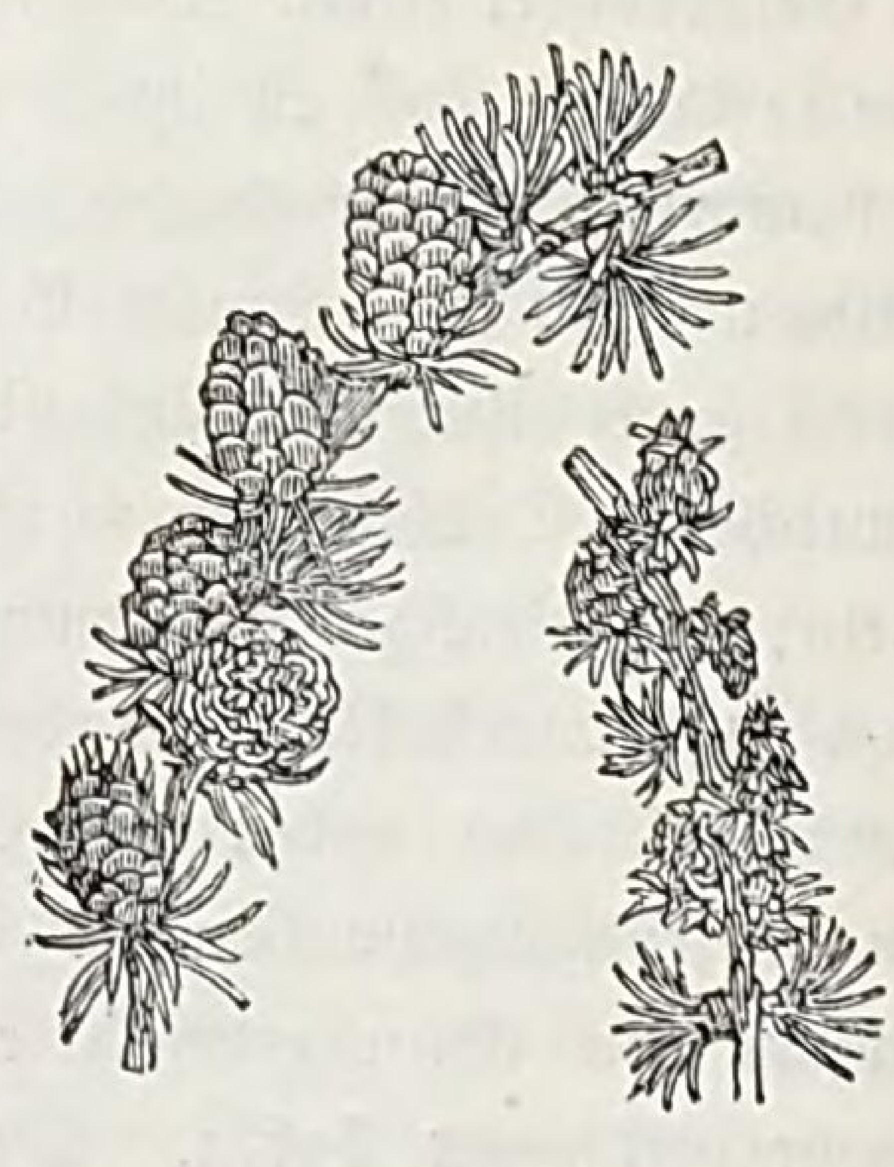


Fig. 147. Ein Zweig des Lärchenbaumes (Larix europaea). 1/3 d. nat. Gr.

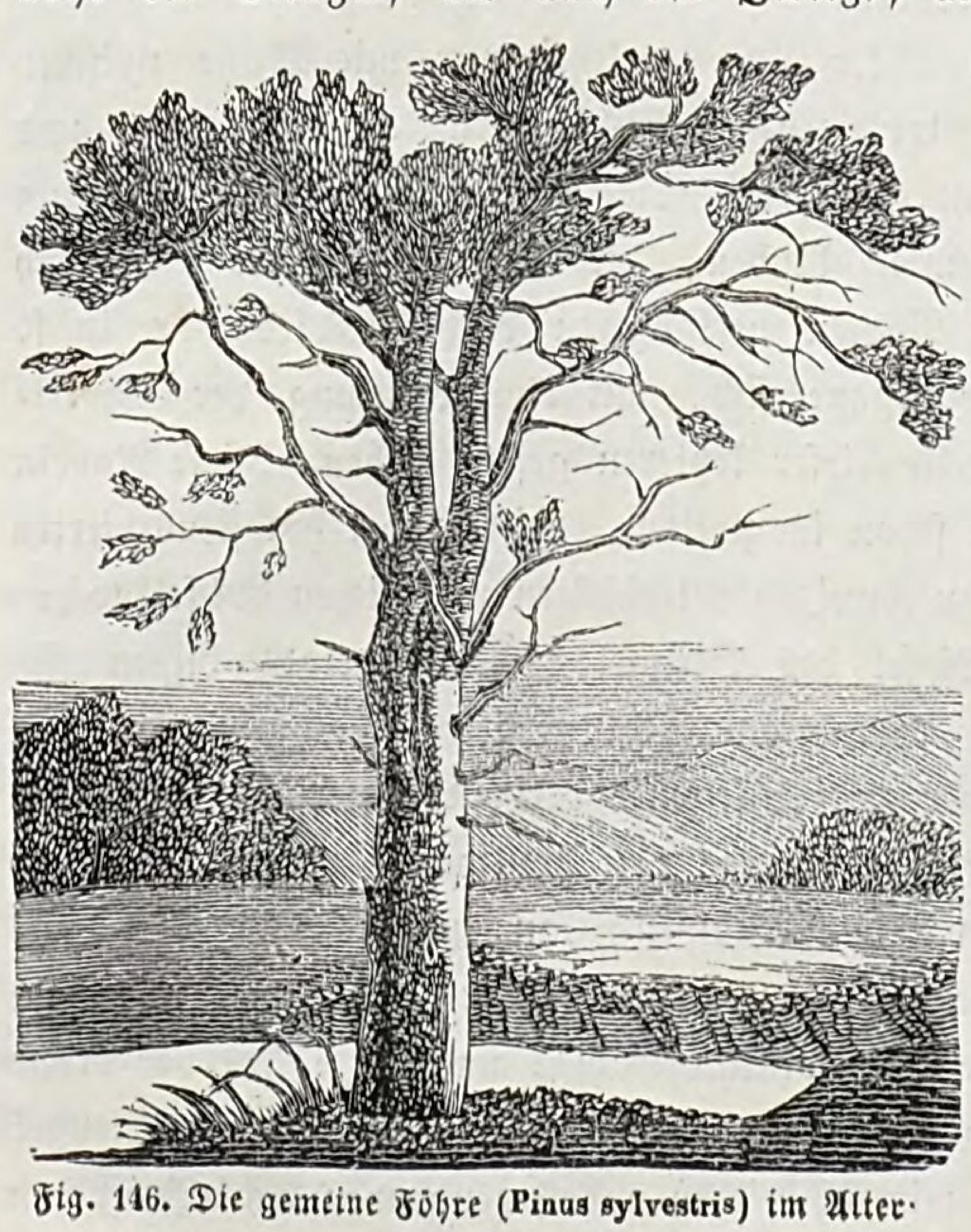


Fig. 146. Die gemeine Föhre (Pinus sylvestris) im Alter.

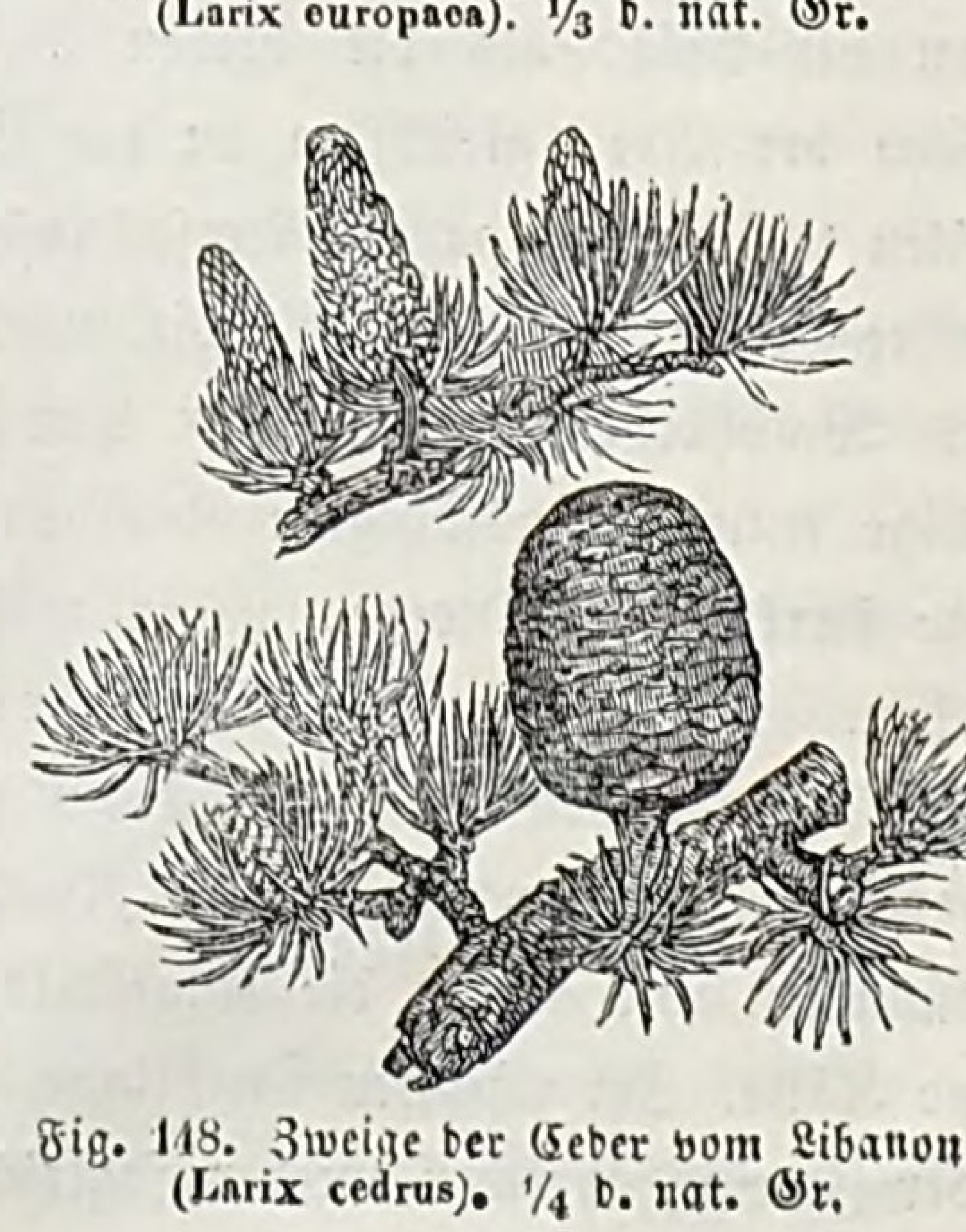


Fig. 148. Zweige der Ceder vom Libanon (Larix cedrus). 1/4 d. nat. Gr.

einfachen Blättern besetzt, welche zwar sehr schmal, aber doch nicht nadelartig, sondern sehr dünn, platt und biegsam sind. In den Achseln vieler von diesen Blättern, welche letztere nur einen Sommer hindurch dauern und im Herbste, wie die Blätter unserer Laubbäume, abfallen, entwickeln sich Knospen, welche, mit braunen Knospendecken umhüllt, bis zum nächsten Frühlinge ruhen. Dann aber bricht aus denselben, ohne daß die Axe sich zu einem Zweige verlängert, ein Büschel von 20 bis 40 grünen, platten Fäden gleichenden Nadelblättchen hervor, welche in dicht gedrängten Spiralreihen um die kurze Axe der Knospe stehen. Aus der Mitte dieses Nadelbüschels entwickelt sich eine neue mit Knospendecken umgebene Knospe, welche, nachdem die Blätter abgefallen sind, als der Gipfel des noch immer knospenartig kurzen Zweigleins erscheint. Im zweiten Frühlinge entwickelt sich aus dieser Knospe wieder zunächst ein Nadelbüschel, welcher, da die Knospendecken bei der Lärche im Frühling allemal abgeworfen werden, unmittelbar innerhalb des auseinander gedrängten Narbenkreises des erstjährigen Blätterbüschels steht. Aber nun verlängert sich, aus der Mitte dieses neuen Blätterbüschels hervorbrechend, die Axe der Knospe plötzlich rasch zu einem Zweigsprosse und steht dann bis zum Herbste als ein, mit vereinzelten Blättern in spiraliger Anordnung besetzter und in den Achseln vieler derselben braune Knöspchen für das nächste Jahr tragender Zweig mitten in dem Blätterbüschel, aus welchem er entsprang. Die Lärche (Fig. 149) ähnelt in ihrem Wuchse mehr der Tanne, nur wirft sie ihre dünnen Zweige im Alter bis zu großer Höhe ab, besonders wenn sie vereinzelt wächst, während die Tanne gerade in diesem Falle ihre unteren Zweige ausnahmsweise lange bewahrt. Die Ceder (Fig. 150) dagegen ähnelt im Wuchse mehr der Föhre und bekommt, wie diese, sehr starke Zweige, welche den Stammgipfel ganz überholen und unterdrücken.

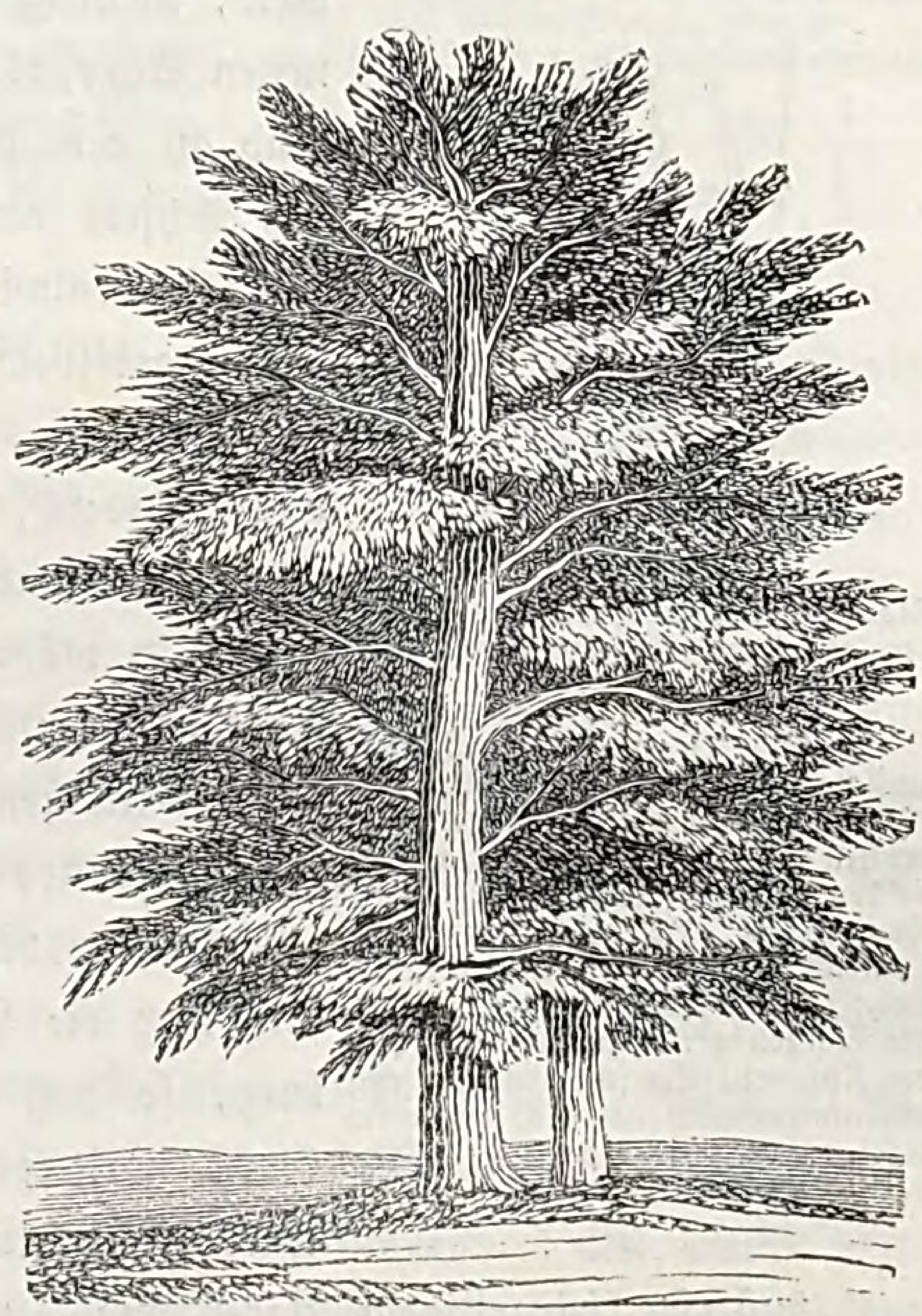


Fig. 149. Der Lärchenbaum oder die europäische Ceder (Larix europaea) in mittlerem Alter.

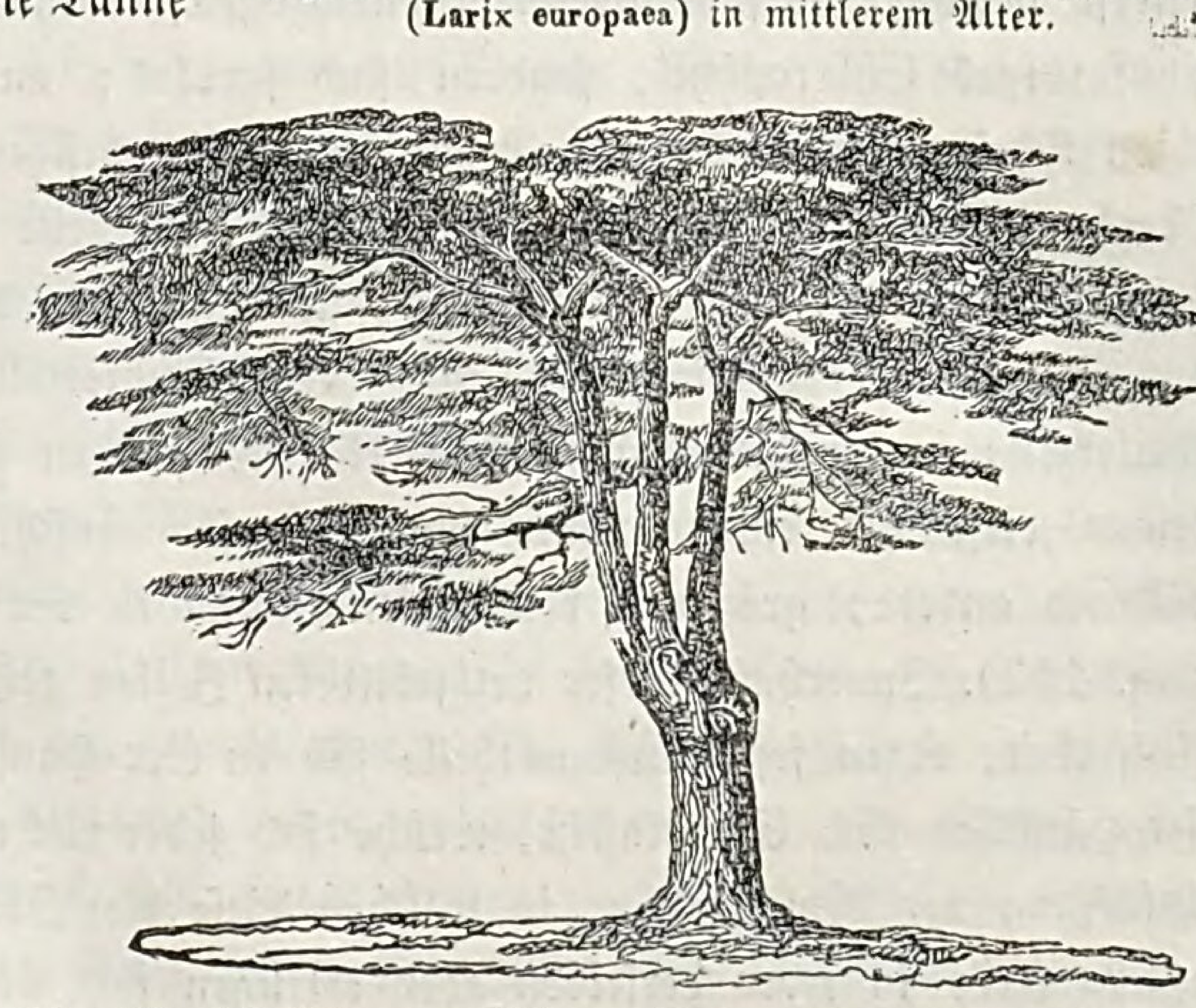


Fig. 150. Die Ceder vom Libanon (Larix cedrus), nach einem Exemplar im Garten zu Chelsea in England.

Die Fortpflanzungsorgane vieler Zapfengewächse sind untereinander so übereinstimmend, daß dieselben an einem Beispiele genügend er=

läutert werden können. Nur die Cypressen, Wachholder, Lebensbäume und Eiben weichen einigermaßen ab. Wir finden auch bei dieser Klasse stets männliche, befruchtende, und weibliche, samenerzeugende Organe, welche mit denen der Cykadeen nicht geringe Aehnlichkeit besitzen und, wie bei jenen, in Zapfen zahlreich beisammen stehen. Jedoch sind bei den insbesondere sogenannten Zapfenträgern (Coniferen) meistens beiderlei Geschlechter auf dem nämlichen Stamme vereinigt.



Fig. 151. Die männlichen Zäpfchen der gemeinen Föhre (Pinus sylvestris). *

* f Nadeln vom vorigen Jahre, zwischen denen der Gipfelsproß sich entwickelt; b Gipfelsproß, mit zahlreichen Nadelknospen bedeckt, welche in den Achseln lederartiger Blättchen stehen, die hier zum Theil ziemlich lang und zurückgeschlagen sind; die Nadelknospen zeigen schon die Spitzen der noch paarweise von den Knospendecken scheidenartig eng zusammengehaltenen Nadeln; c die dicht zusammengedrängten männlichen Zapfen.

Die männlichen Zapfen bestehen aus vielen kleinen, um eine kurze Axe zusammengedrängten und spiralig geordneten Schüppchen, welche nach ihrer Stellung sowohl, als nach der Art und Weise ihrer Entwicklung, als eigenthümlich geformte Blätter zu betrachten sind. Bei der Föhre stehen solcher Zäpfchen allemal ziemlich viele, zwanzig bis dreißig, an dem unteren Theile eines neuen Sprosses (Fig. 151), im April und Mai. Während an dem obersten Theile eines solchen Sprosses, in den Achseln der lederigen Blätter, sich zahlreiche Nadelknöspchen entwickeln, welche aus ihren, durch die Knospendecken gebildeten häutigen Scheiden allemal zwei Nadeln hervorschieben, nehmen an der Stelle dieser Knospen ganz anders, dickeiförmig, gestaltete die Achseln der Blätter am unteren Theile desselben Sprosses ein, nämlich eben die männlichen Zäpfchen. Diese sind hienach als Stellvertreter der Nadelknospen und als eigenthümliche Umgestaltungen derselben zu betrachten. Sie tragen an ihrem Grunde die hautigen Knospendecken; ihre Axe ist etwas mehr verlängert, als bei den Nadelknospen; dafür sind hier die Blätter zwar zahlreicher, aber nur ganz kurz, so daß sie selbst hinter den Knospendecken in der Größe weit zurückbleiben. Diese Blätter bestehen unter einer Oberhaut größerer und ziemlich derber Zellen aus äußerst kleinzelligem Parenchym, und sind in ihrer Mittellinie von einem äußerst geringen Gefäßbündelchen durchzogen, enthalten aber in ihren Zellen kein grünfarbiges Chlorophyll, sondern sind farblos; an dem der äußern Luft ausgesetzten Theile werden sie bald bräunlich. Sie besitzen auch keine Stomate in ihrer Oberhaut. Innerhalb des Parenchyms zu jeder Seite der Mittellinie bildet sich eine Zelle stärker aus, als die übrigen; sie wird zur Mutterzelle und löst sich nach Ausbildung von Tochterzellen auf. Die Tochterzellen bilden sich innerhalb der Mutterzelle in großer Zahl, viele kleinere hängen sich an ihre Wandung an und kleiden diese als eine, immer inniger zusammenschließende Schicht gänzlich aus, während andere, größere, den freien Raum in der Zellenhöhlung ganz ausfüllen (Fig. 152). Innerhalb dieser neugebildeten Zellen zeigt sich bald eine trübe körnelige Flüssigkeit, deren feste Bestandtheile sich zu vier Häufchen zusammengruppiren. Diese vier Häufchen sind Cytoblasten, welche sich jeder mit einer Zellhaut umhüllen. Durch Auflösung der Mutterzellen, in welchen diese vier Zellen sich gebildet haben, werden letztere frei; in jeder derselben aber erzeugen sich wiederum neue Zellen, die abermals durch Auflösung der Wandung ihrer Mutterzellen frei werden. Diese letzteren Zellen

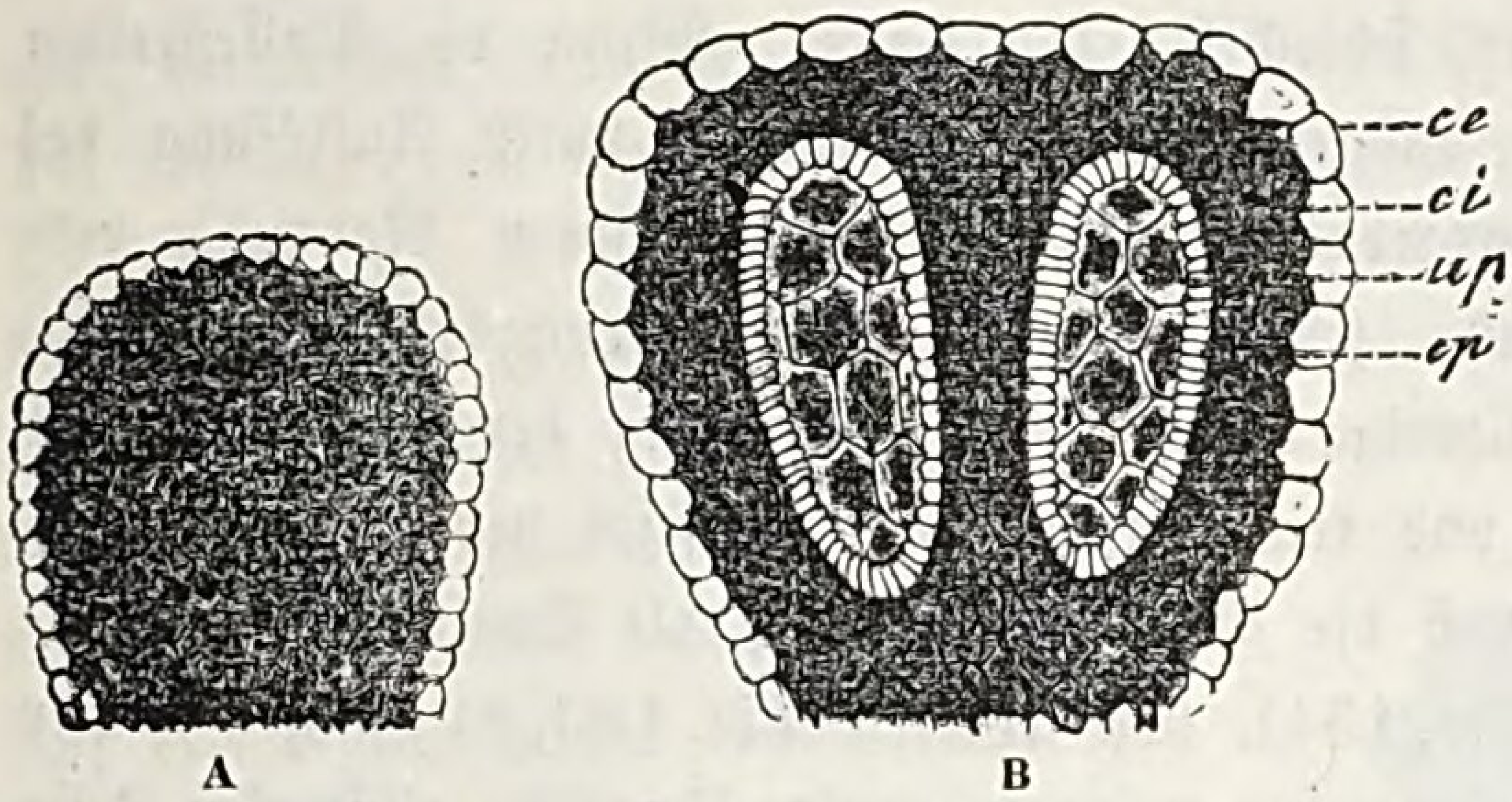


Fig. 152. Bildung des Pollen. *

* Zur Erläuterung dieses Vorganges benutzen wir das Beispiel einer Pflanze, bei welcher derselbe ganz ebenso vor sich geht und leichter zu beobachten ist, als bei der Fichte. — **A** Durchschnitt durch ein sich entwickelndes männliches Blättchen (hier Staubbeutel oder Anthere genannt) einer Kürbisblüthe, um die Oberhautzellen und die innere Masse kleinzelligen Parenchyms zu zeigen; — **B** ebenso, in weiter fortgeschrittener Entwicklung; *ce* Oberhautzellen; *ci* inneres Parenchym; *cp* die kleinen Zellen, welche die innere Wand der Höhlung nach Auflösung ihrer Mutterzelle auskleiden; *up* größere Zellen, welche die Höhlung füllen, und in denen sich demnächst die Pollenmutterzellen bilden. — Vergrößert.

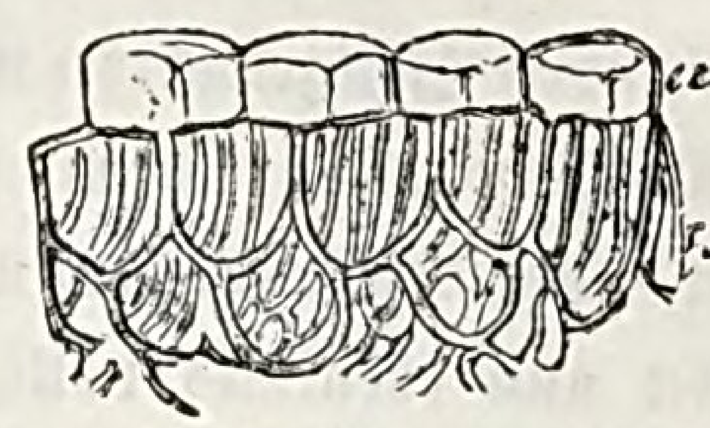


Fig. 153. Die Antherenwandung.*

* Zur Versinnlichung dieser Bildung bedienen wir uns der Darstellung eines Durchschnittes durch die Wandung der Anthere einer anderen (dicotyledonischen) Pflanze (**Cobaea scandens**), bei welcher dieselbe ganz ähnlich beschaffen ist, wie bei der Fichte. Bei letzterer sind die Verdickungsleisten deutlicher netzartig mit meistens quadratischen oder rautenförmigen Maschen. — *ce* Oberhautzellen; *cf* Parenchymzellen mit Verdickungsleisten.

nun sind Blüthenstaub oder Pollenzellen. Sie nehmen an Größe zu, sowie auch die ihnen vorangegangenen mehrfachen Aufeinanderfolgen oder gleichsam Generationen von Zellen, von denen wir dieses nicht ausdrücklich erwähnt haben, während ihres kurzen Daseins sich ausgedehnt hatten. Alle diese Vorgänge geschehen nämlich, während die Zapfenschüppchen sich selber noch entwickeln und während diese somit theils an Größe zunehmen, theils ihr Zellgewebe rings um den Raum, in welchem die Erzeugung des Pollenstaubes vor sich geht, fortwährend vermehren, so daß es mehrfache Schichten besitzt. Der Raum, in welchem der Pollen liegt, ist bei der Auflösung der letzten Mutterzellen noch von der Zellenschicht, welche die erste Mutterzelle auskleidete, umgeben. Um aber den sehr zahlreichen und äußerst kleinen Pollenzellchen Nahrung und Raum zu ihrer Kräftigung darzubieten, wird zuerst diese Schicht von Zellen aufgelöst, und dann folgen derselben nach einander auch die Zellen des umgebenden Parenchyms des Zapfenschüppchens. So bleibt von diesem letzteren endlich nur die aus derben und dicht zusammenschließenden Zellen bestehende Oberhaut, nebst einer Schicht der zunächst unter dieser liegenden eigenthümlich gebildeten Zellen zurück, um eine kapselartige Hülle für den inneren Raum, in welchem zu jeder Seite der Mittellinie des Zapfenblättchens die Pollenzellen liegen, darzustellen. Man nennt diese Umhüllungen des Pollenstaubes die Staubbeutel oder Antherenfächer. Die Zellen derselben, welche zunächst unter der Oberhaut liegen, besitzen, ohne im Mindesten verlängert zu sein, Verdickungsschichten, welche sich sehr frühzeitig in ihnen abgelagert haben müssen und welche nun, durch die Ausdehnung der Zelle zertrennt, als ein Netzwerk von zarten Leisten erscheinen. Nicht selten zeigen diese Leisten theilweise eine spiralige Anordnung. Wenn die Auflösung der Zellenwandungen in der Umgebung der Pollenhöhlung so weit geht, daß auch die Wandungen dieser äußersten Zellen unter der Oberhaut theilweise oder ganz verdünnt, oder aufgelöst werden, so bleiben die Verdickungsleisten als ein Netzwerk von freien Fasern zurück (Fig. 153). Jedes Zapfenblättchen hat, da zu jeder Seite seiner Mittellinie sich eine Pollenhöhlung bildete, zwei Staubbeutel oder Antherenfächer; man nennt das ganze Blättchen

auch wohl Antherenblatt oder schlechthin Anthere. Wenn die Pollenzellen sich in ihrer Höhlung genügend ausgebildet und dabei die durch Auflösung des umgebenden Zellgewebes ihnen dargebotenen Flüssigkeiten zu ihrer Nahrung verbraucht haben, so liegen dieselben, jede von einer Aussonderungsschicht umhüllt, zuletzt ganz abgetrocknet und pulverig darin. Die Wandung der Antherenfächer trocknet nun ebenfalls völlig aus und reißt unmittelbar jederseits neben der Mittellinie auf der Unterseite auf, so daß die Pollenzellen durch die Spalte frei herausfallen können (Fig. 154). Die letzteren (Fig. 160, 4) hangen immer zu dreien fest verbunden zusammen; eine längliche eiförmige Zelle trägt an jeder ihrer beiden Enden an einer Seite eine mehr kugelige; dieselben lassen nie von einander. Sie sind gelb von Farbe, mit Verzierungen versehen durch die Aussonderungsschicht, welche sie bekleidet; ihr Inhalt besteht, neben den im Safte aufgelösten Substanzen, aus Stärkeförnchen und Oeltröpfchen. Die Menge der Pollenzellen, welche innerhalb der Fächer eines Antherenblattes erzeugt werden, ist sehr beträchtlich; entleert man auf einem Gläschen in einem Wassertropfen ein einziges solches, so sieht man mit bloßem Auge ein Wölkchen gelben Staubes heraustreten, und unter dem Mikroskope sieht man ein unzähliges Heer dieser dreizelligen Pollenkörperchen schwimmen. Legt man einen mit reifen männlichen Zapfen versehenen Föhrenzweig auf ein Papier, so findet man dieses oft nach Verlauf weniger Stunden schon mit einer dicken gelben Schicht von Pollen bedeckt, welcher zwischen den dicht gedrängten Antherenblättern herausgefallen ist, obwohl man mit bloßem Auge betrachtend durchaus keinen Zwischenraum zwischen deren Rändern wahrzunehmen im Stande ist. Befördert man das Ausfallen des Pollens durch Schütteln des Zweiges, so muß man wahrhaft erstaunen über die ungeheure Menge von Zellen, welche herausfallen. Da nun eine Föhre an zahlreichen Zweigen Büschel von männlichen Zapfen trägt, so ist es daraus begreiflich, daß Föhrenwälder zur Zeit ihrer Pollenverstäubung — der „Blüthezeit" — so unendliche Mengen von diesen Körperchen ausschütten, daß diese den Boden mitunter dicht bedecken oder, durch den Wind bisweilen stundenweit entführt, auf benachbarten Gewässern als eine dichte gelbe Schicht schwimmen. Sie haben schon oft die Sage von „Schwefelregen" veranlaßt. In den Apotheken hält man sie zu denselben Zwecken und unter der gleichen Benennung vorräthig, wie die Sporen des Bärlappmooses — eine übrigens gleichgültige Verfälschung, welche man mit Hülfe des Mikroskopes nicht selten und sehr leicht entdeckt.

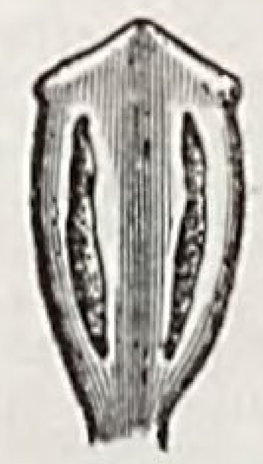


Fig. 154. Ein Antherenblatt von dem männlichen Zapfen der gemeinen Föhre, 20fach vergrößert. Man bemerkt die beiden Staubfächer.

Die männlichen Zapfen stehen bei allen, im Wuchse mit der Föhre zunächst übereinstimmenden, d. h. Nadelknospen tragenden Coniferen, ganz ähnlich. Bei den Tannen dagegen stehen sie einzeln an den Spitzen der jüngsten Zweige, und bei den Lärchen und Cedern entspringen sie ebenfalls einzeln aus den in das zweite Jahr tretenden Seitenknospen (Fig. 147 und 148) auf beiden Seiten an den kleineren Zweigen. Bei allen diesen Gattungen, wo die männlichen Zapfen einzeln stehen, sind die Antherenblätter derselben minder dicht gedrängt, und minder schuppenartig als bei den Föhren. Die Zapfenblätter der Araucarien erinnern sehr an die des Sagobaumes, indem sie auf ihrer unteren Seite 12 bis 20 kapselartig vorragende Staubbeutelchen besitzen. Eine besondere Eigenthümlichkeit zeichnet die Cunninghamien

aus, indem bei diesen drei Antherenfächer, welche ebenfalls kapselartig hervorragen, auf der inneren Seite des Antherenblattes sich öffnen.

Auch die weiblichen Fortpflanzungsorgane der Zapfenträger stehen in einem Zapfen. Solche weibliche Zapfen (Fig. 155) erscheinen stets auf besonderen Zweigen, abgesondert von den männlichen, entweder einzeln oder zwei bis drei neben einander auf der Spitze junger Triebe, neben deren Gipfelknospe. Auf den ersten Anblick könnte man die kräftigen Schuppen dieser Zapfen ebenfalls für Blätter von eigenthümlicher Form ansehen, wie bei den männlichen. Allein dieser Vergleich ist hier nicht zulässig, denn bei genauerer Untersuchung bemerkt man unter jeder Schuppe verborgen ein kleines zartes Blättchen, das sogenannte Deckblättchen, in dessen Achsel die Schuppe steht (Fig. 156). Auch ist die Entwicklung der Schuppen nicht übereinstimmend mit derjenigen der Blätter, sondern mit der von Axenorganen (Stengeln, Zweigen), und endlich der Umstand, daß an ihnen sich Knospen, nämlich die Samenknospen, erzeugen, beweist vollends, daß die Schuppen nicht Blattorgane, sondern Axenorgane seien. Zwar haben dieselben eine Form, welche mit derjenigen von umgestalteten Blättern, wie die Antherenblätter des männlichen Zapfens sind, große Aehnlichkeit haben, allein wir dürfen uns nur an die vollkommene Blattähnlichkeit der Wedel der Laubfarren und Cykadeen, an die Form der samentragenden Wedel des Sagobaumes und besonders der samentragenden Zapfenschuppen der Zamien erinnern, um hierin keine Täuschung mehr zuzulassen. Es sind wirklich die Schuppen des weiblichen Fichtenzapfens, den Wedeln vergleichbar, blattähnlich geformte Zweige, welche in den Achseln ächter Blätter, der sogenannten Deckblätter, stehen und an welchen wieder Samenknospen entspringen. Ihrer Stellung nach erinnern sie an die Nadelknospen der Föhren; wir könnten sie für Stellvertreter von diesen erklären, bei welchen die Knospendecken- und Nadelblätter unentwickelt geblieben sind, die Axe dagegen stärker ausgebildet ist, wobei sie zufällig durch die gedrängte Stellung gezwungen wurde, eine dreikantige, wie bei den Föhren, oder gar eine ganz blattähnlich platte Form anzunehmen, wie bei den Tannen. Die Deckblättchen, in deren Achsel die samentragenden Schuppen entspringen, sind dagegen zu vergleichen mit ächten Blättern, mit denen sie in ihrer Entwicklung gänzlich übereinstimmen, und insbesondere mit den Antherenblättchen der männlichen Zapfen, ein Vergleich, welcher besonders noch dadurch unterstützt und über allen Zweifel erhoben wird, daß man mitunter weibliche Zapfen findet, an welchen wenigstens am unteren Dritttheile die Deckblättchen wirklich als Antherenblätter mit Pollenhöhlungen ausgebildet sind.



Fig. 155. Ein Zweig der gemeinen Föhre mit drei weiblichen Zapfen *c*, unterhalb der letzteren mit zahlreichen Nadelknospen bedeckt, aus denen die Spitzen der paarweise in den scheidenförmigen Hüllen der Knospendecken stehenden Nadeln hervorbrechen. Nat. Gr.

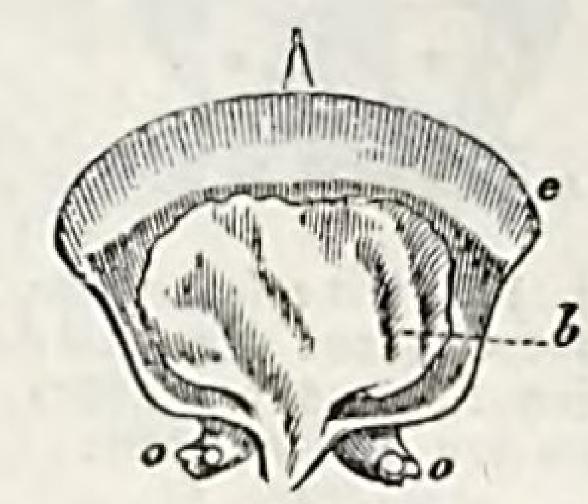


Fig. 156. Eine samentragende Schuppe des weiblichen Zapfens der gemeinen Föhre mit ihrem Deckblättchen, vergrößert.*

* *e* Schuppe; *o* die Spitzen der nach unten gerichteten Samenknospen, welche auf der andern Seite stehen; *b* Deckblättchen, dessen Stiel an die Schuppe angewachsen ist.

Jede Schuppe des weiblichen Zapfens trägt zwei Samenknöspchen, die wegen der Beschränktheit des Raumes und bei der gleichsam verdrückten Form, welche die Schuppe selbst annehmen mußte, beide neben einander am Rande an der

inneren, mit der Axe des Zapfens einen spitzen Winkel bildenden Fläche der Schuppe stehen und bei ihrer Entwicklung sich rücklings gerichtet neben den schmaleren stielartigen Theil der Schuppe hinabdrücken mußten (Fig. 157).



Fig. 157. Eine samentragende Schuppe des weiblichen Zapfens der Föhre von der inneren Seite, vergrößert. *

* *e* Die Schuppe, welche auf dieser Seite in eine Spitze ausläuft; *i* der Einfügungspunkt derselben an der Axe des Zapfens; *o* Samenknospen; *m* Mikropyle derselben.



Fig. 158. Der weibliche Zapfen der gemeinen Föhre zur Zeit der Samenreife. Nat. Gr.

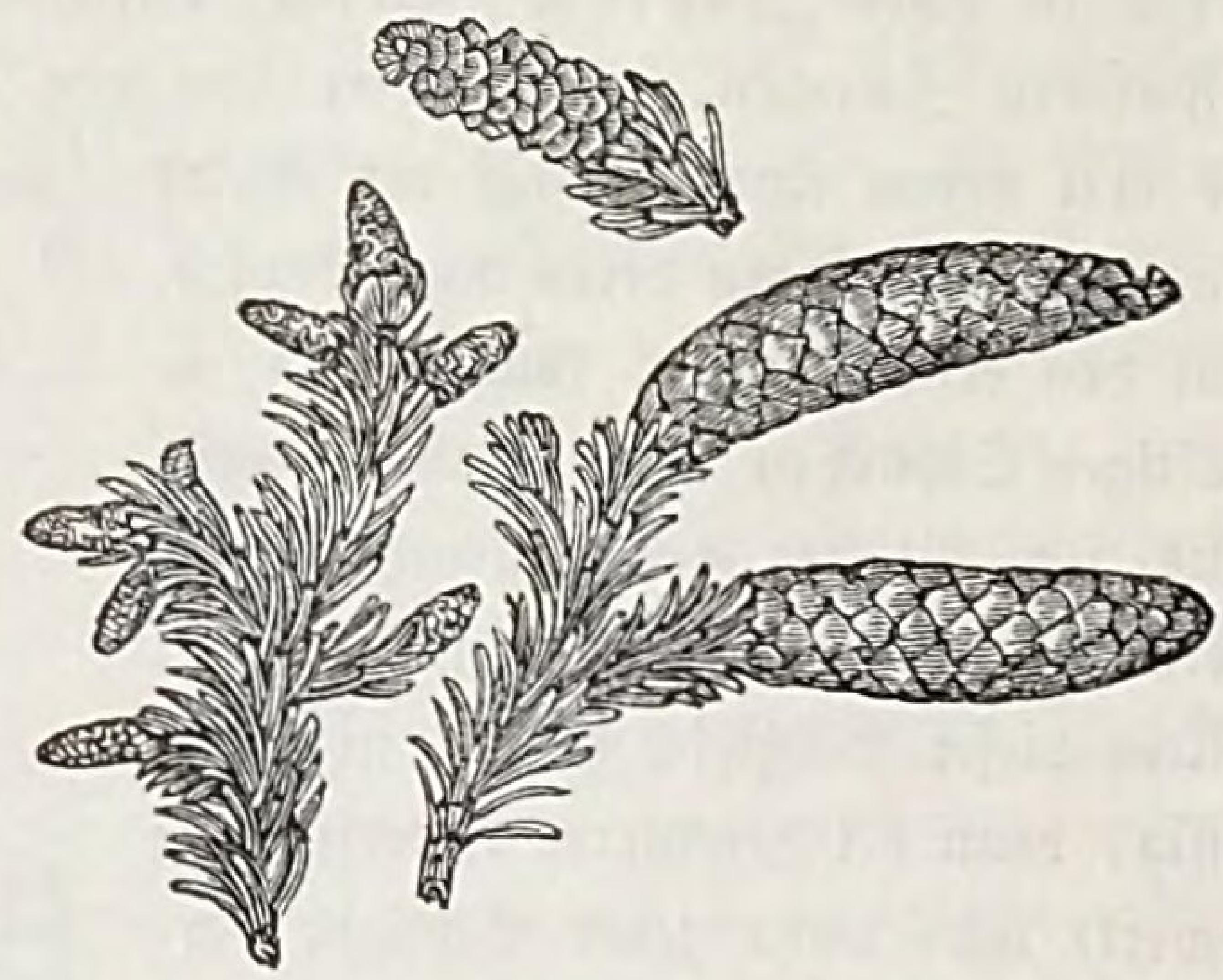


Fig. 159. Zweige der Edel- oder Weißtanne (Pinus picea. *L.*); $\frac{1}{6}$ d. nat. Gr. *

* *a* Männlicher Zweig mit Antherenzapfen; *b* weiblicher Zweig mit samenreifen Zapfen; darüber ein Zapfen, zur Zeit der Verstäubung des Pollen.

Der weibliche Zapfen stirbt keineswegs mit dem männlichen zugleich ab, wenn letzterer seinen Pollen verschüttet hat, im Gegentheile beginnt erst dann sein Wachsthum außerordentlich kräftig zu werden. Mit der Verlängerung der Achse desselben geht die Ausdehnung der Schuppen in Länge und Dicke gleichzeitig vor sich, und die letzteren liegen stets dichtgedrängt und aneinander geschlossen. Dabei werden sie mit der Zeit vollkommen holzig. So entstehen die bekannten Fichtenzapfen, welche bei den Föhren, Tannen, Lärchen, Cedern so verschiedene Formen besitzen (Fig. 158 und 159, siehe auch Fig. 146, 147 und 148). Ihre Farbe war während der ersten Zeit bräunlich, bei einigen Tannen und Lärchen prachtvoll purpurroth. Später wird dieselbe bei manchen, wenigstens an den äußeren Theilen, dunkelgrün, bei allen endlich, nämlich zur Zeit der Reife des Samens, welche bei vielen erst im zweiten Jahre eintritt, braun und schwärzlich. Bei manchen Gattungen von Fichtenbäumen richten die Zapfen während ihres Wachsthumes sich gerade in die Höhe, bei andern neigen sie sich dagegen hangend mit der Spitze dem Boden zu. Bei der Edeltanne fallen nach der Samenreife die Schuppen von der Axe des Zapfens ab und lassen diese entblößt zurück; bei den andern Gattungen sperren sie sich nur auseinander, indem sie austrocknend sich rücklings krümmen.

Die Entwicklung der Samenknospen und ihre Ausbildung zu Samen ist bei den sämmtlichen Zapfenbäumen, auch bei denen, deren Fortpflanzungsorgane wir noch nicht betrachtet haben, völlig übereinstimmend — nur die Zeitdauer bis zur Reife des Samens ist verschieden. Bei der gemeinen Föhre, der Weymouthskiefer und den Wachholdern dauert dieselbe vom Frühling des einen Jahres bis zum Herbste des zweiten, so daß die reifen Samen erst im Frühling des dritten Jahres aus den Zapfen fallen; bei der gemeinen Tanne und andern vollendet sie sich schon im ersten Jahre, so daß die Samen im zweiten bereits abfallen.

Bei der gemeinen Föhre ist die Entwicklung des Samens folgende (Fig. 160). Die Knospe, deren, wie oben erwähnt, an jeder Zapfenschuppe zwei stehen, besteht

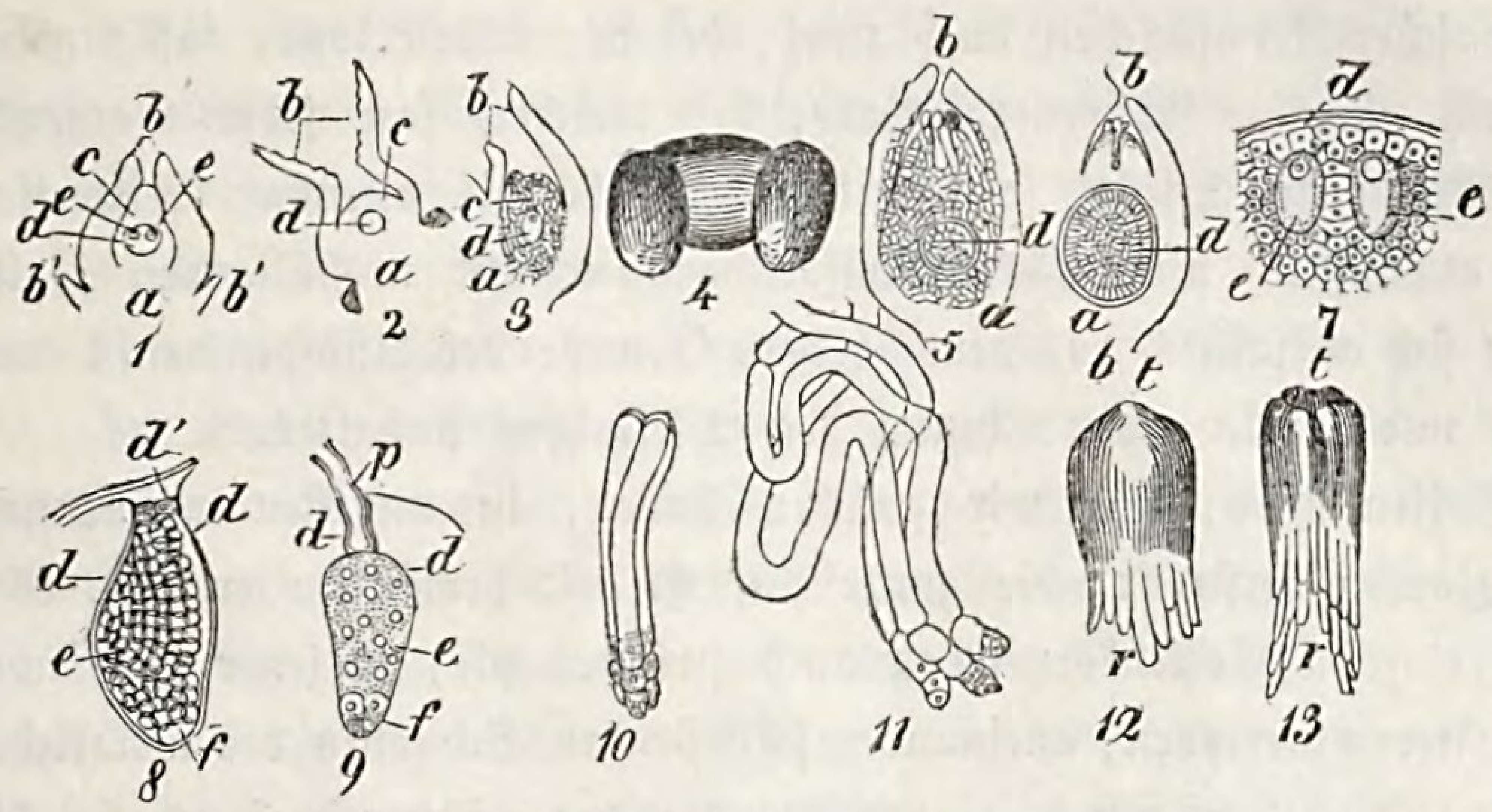


Fig. 160. Die Befruchtung und Samenbildung. *

* Zur Versinnlichung dieses Vorganges bedienen wir uns der Darstellung der ganz entsprechenden Befruchtung einer Samenknospe der Coniferen.

1 Die Samenknospe des Eibenbaumes (Taxus baccata) senkrecht durchschnitten, vergrößert. — 2 Die Samenknospe der gemeinen Tanne (Pinus abies) ebenso. — 3 Die Samenknospe der österreichischen Föhre (Pinus austriaca), senkrechter Durchschnitt, beim Beginne der Blüthezeit, Anfang des Juni, nach einer 150fachen Vergrößerung sechsfach verkleinert gezeichnet. — 4 Ein Pollenkörperchen der gemeinen Föhre (Pinus sylvestris), 200fach vergrößert. — 5 Die Samenknospe der Strandkiefer (Pinus maritima) senkrecht durchschnitten, im Anfange des Januar des zweiten Jahres, wo das Keimsäckchen sich mit einem vorläufigen Endosperm *d* gefüllt hat, und zwei Pollenschläuche, in den Gipfel der Samenknospe eingedrungen, sichtbar sind. Die Pollenkörper liegen deutlich unter der Mikropyle. Die Figur ist nach einer 300fachen Vergrößerung neunfach verkleinert gezeichnet. — 6 Die Samenknospe der gemeinen Föhre (P. sylvestris) senkrecht durchschnitten, 20. Mai des zweiten Jahres, wo der Pollenschlauch noch im Gipfel der Samenknospe steckt, das Keimsäckchen aber zum zweitenmale mit Zellgewebe, dem eigentlichen Endosperm, gefüllt ist. Die Figur ist nach 50facher Vergrößerung fünfmal verkleinert gezeichnet. — 7 Längsschnitt durch den oberen Theil des Endosperms, Ende Mai des zweiten Jahres, wo sich zwei neugebildete Korpuskula (*e*, *e*) mit ihren Cytoblasten zeigen, welche selber als Zellenbläschen erscheinen. Die Figur ist nach einer 150fachen Vergrößerung dreifach verkleinert gezeichnet. — 8 Längsschnitt durch ein Korpuskulum, welches zur Befruchtung bereit ist, am 9. Juni des zweiten Jahres; es ist ganz mit einem Brei von Zellen gefüllt, unten zeigt sich die größere Keimzelle *f*. Die Figur ist nach einer 300fachen Vergrößerung vierfach verkleinert gezeichnet. — 9 Längsschnitt durch den oberen Theil des Endosperms und ein Korpuskulum, welches durch den bis zu ihm gelangten Pollenschlauch *p* vor Kurzem befruchtet ist; aus dem Keimbläschen ist ein achtzelliger Vorkeim geworden; am 18. Juni des zweiten Jahres. Die Figur ist nach einer 120fachen Vergrößerung dreifach verkleinert gezeichnet. — 10 Der Vorkeim aus dem Korpuskulum der Weymouthskiefer (Pinus strobus), Ende Juni des zweiten Jahres, wo derselbe gerade im Begriffe ist, in vier Vorkeime zu zerfallen. Die Figur ist nach einer 100fachen Vergrößerung dreifach verkleinert gezeichnet. — 11 Die nämlichen vier Vorkeime am letzten Juni, wo dieselben bereits von einander gesondert sind; der obere Theil ist nicht vollständig gezeichnet. Die Figur ist nach einer 100fachen Vergrößerung dreifach verkleinert gezeichnet. — 12 Der Embryo der Balsamtanne (Abies balsamea) kurz vor der Zeit der Samenreife, mit dem Gipfel nach oben gezeichnet und unten vom Vorkeime befreit. — 13 Derselbe kurz vor der Samenreife, wo um den Gipfel die Cotyledonen anfangen sichtbar zu werden.

In allen obigen Figuren ist das Zellgewebe nur in einzelnen Theilen specieller angedeutet; die Buchstaben bezeichnen bei allen: *a* den Grund oder Anheftungspunkt der Knospe; *b* die Ränder der einzigen Samenhülle und die Mikropyle; *b'* die Anlage zur äußeren Samenhülle des Eibenbaumes; *c* Kern der Samenknospe oder die eigentliche Knospe; *d* das Keimsäckchen und Endosperm; *e* Korpuskula; *f* die Keimzelle im Korpuskulum und die ersten Zellen des Vorkeims, *p* Pollenschlauch; *r* Zellen des Embryo, welche später die Wurzel erzeugen; *t* Gipfel des Embryo.

vor der Blüthezeit aus einem zarten einfachen Zellenhäufchen, dem Knospenkerne, welcher gleich bei seiner ersten Bildung sich mit einer rings um den Grund desselben aufwachsenden Decke bedeckt. Dieselbe Hülle ist gleichsam ein Kreis von gleichzeitig entwickelten und daher zusammengewachsenen Knospendecken. Bei allen Coniferen ist nur eine einzige einfache Samendecke vorhanden. Dieselbe läßt auf dem Gipfel des zelligen Knospenkernes eine Oeffnung, die Mikropyle, um welche sie mit hautigem, bei den Tannen und Lärchen zweilippig verlängerten Rande emporwächst. Am unteren und mittleren Theile ist das Zellgewebe der Decke mit dem des Knospenkernes gänzlich verwachsen. Während der Blüthezeit, im Anfange des Juni, sind die Knospen an einer Schuppe, welche man von dem jungen Zapfen lostrennt, noch kaum wahrnehmbar. Und doch ist die Zahl der Zellen des Knospenkernes dann schon sehr beträchtlich. Dieselben sind zartwandig und mit körnigem Schleime erfüllt. Von diesen Zellen, in der Mitte des Knospenkernes, wird während der Zeit, in welcher sich der Pollen der männlichen Zapfen verstäubt, eine auffallend groß; sie heißt von diesem Augenblicke das Keimsäckchen. In einzelnen Knospenkernen

bilden sich solcher Keimsäckchen auch zwei, bei den Eiben sogar fast regelmäßig drei. Es gibt auch einzelne Föhrenexemplare, bei welchen fast jeder Samenknospenkern zwei Keimsäckchen umschließt, so daß dieses Verhältniß offenbar theilweise von Zufälligkeiten abhangt. Die das Keimsäckchen zunächst umhüllenden Zellenschichten unterscheiden sich auffallend von dem übrigen Gewebe des Knospenkernes durch zartere Wandungen und stärkere Verdichtung des schleimigen Inhaltes.

Der Pollen wird, wie wir gesehen haben, in ungeheurer Menge von den männlichen Zapfen verstreut; die ganze Luft ist mit demselben erfüllt, es kann nicht fehlen, daß einzelne Pollenkörperchen auch zwischen die, zu jener Zeit noch minder, als in den späteren Perioden, aneinander schließenden Schuppen des weiblichen Zapfens gelangen, wo dieselben durch die Mikropyle der Samenknospendecke bis zu der warzenförmigen, in der Mitte etwas vertieften Spitze des Knospenkernes gelangen. Berechnungen haben ergeben, daß die Zahl der Pollenkörperchen bei der Föhre etwa 300 Millionen Mal größer ist, als die Zahl der Samenknospen. Nichts desto weniger bleiben viele Samenknospen unbefruchtet, besonders diejenigen, welche am untersten Theile des Zapfens stehen. Man darf nach der Verstäubung des Pollen nur sorgfältig unter dem Mikroskope senkrechte Durchschnitte durch die Mikropyle und den Knospenkern von einigen Samenknospen untersuchen, um gewiß einige Pollenkörperchen darin anzutreffen. Aus jedem derselben quillt bald ein Pollenschlauch hervor, welcher zwischen die Zellen des Knospenkernes hineindringt, wahrscheinlich, indem seine Verlängerung der Feuchtigkeit folgt, welche theils auf der Oberfläche des Knospenkernes ausgesondert, theils als Zwischenzellenstoff in den Interzellularräumen enthalten sein mag, und welche ohne Zweifel selber die Bildung des Pollenschlauches hervorruft. Dieses geschieht bei der Föhre im Anfange des Juni. Die Pollenschläuche dringen etwa bis zu der Gegend vor, in deren Umfange die angewachsene Hülle sich vom Knospenkerne sondert; dann erfolgt ein Stillstand, welcher bis zum folgenden Jahre dauert, und diese ganze Zeit hindurch erhält der Pollenkörper und der Pollenschlauch sich völlig unverändert.

Das Keimsäckchen ist bis jetzt eine einfache Zelle gewesen, deren großer Cytoblast sich allmählig auflöste. Jetzt aber bilden sich im Verlaufe einiger Tage zahlreiche freie Cytoblasten in seinem Innern, und unmittelbar darauf zeigt er sich ausgefüllt von einer ziemlichen Zahl strahlenförmig vom Umfange gegen den Mittelpunkt gestellter langer Zellen, welche nun bis zum Herbste und dem Eintritte der Winterruhe sich nach allen Richtungen unter Bildung von Scheidewänden lebhaft vermehren. Die Wandung des Keimsäckchens selbst ist unterdessen so zart geworden, daß sie selbst bei sehr starker Vergrößerung kaum mehr zu entdecken ist. Gleichzeitig findet eine sehr beträchtliche Vermehrung sämmtlicher Zellen des Knospenkernes in die Länge, Breite und Dicke statt. Mit dem Eintritte der kalten Jahreszeit werden die Wandungen der Zellen, welche das Keimsäckchen ausfüllen, durch schichtenweise Ablagerung einer gallertartigen Substanz stark verdickt. Diese, sowie die Wandungen selbst, sind in Wasser löslich, so daß sie unter dem Mikroskope leicht zerfließen und die einzelnen Zellen, nur von der inneren Schleimhaut, dem „Primordialschlauche," umhüllt, zurücklassen. Wenn nun im März des folgenden Jahres der aufsteigende Frühlingssaft bis in den Knospenkern dringt, so erfolgt durch diesen eine solche Auflösung, in Folge deren innerhalb des Keimsäckchens nur die Primordialschläuche der

dasselbe bis dahin ausfüllenden Zellen zurückbleiben. Die Cytoblasten innerhalb dieser Primordialschläuche lösen sich ebenfalls auf; an ihrer Stelle aber bilden sich zahlreiche neue kleinere — für jeden drei bis vier — die sich mit besonderen Zellenmembranen umgeben und, nach erfolgter Verflüssigung der sie gemeinsam gruppenweise umhüllenden Primordialschläuche der Mutterzellen, frei im Raume des Keimsäckchens schwimmen. In ihnen wiederholt sich jedoch ganz in derselben Weise die Erzeugung von je drei bis vier Tochterzellen, welche letztere nach Auflösung der zuvor gebildeten Generation frei werden und dann abermals durch Entstehung einer neuen Generation ihrer Auflösung entgegengehen. So wird das Keimsäckchen durch eine reißend schnell steigende Menge von Zellen erfüllt; es wächst dabei auf das zwanzigfache seines früheren Umfangs und verdrängt, während seine Wandung sich wieder verdickt, die es umgebenden Zellenschichten des Knospenkernes, welcher letztere aber durch Vermehrung seiner eigenen Zellen ebenfalls bedeutend zunimmt, so daß die Samenknospe nunmehr schon zwei Linien lang erscheint. Die im Keimsäckchen gebildeten Zellen setzen sich endlich schichtenweise an die Wandung desselben und erfüllen bei fortdauernder Vermehrung den innern Raum endlich ganz. Bis gegen das letzte Dritttheil des Monats Mai ist diese Ausfüllung vollständig. Das nunmehr dicht gedrängt das Keimsäckchen erfüllende, eiförmig gestaltete Häufchen von Zellgewebe wird E n d o s p e r m, auch wohl „Sameneiweiß" genannt. Innerhalb dieses Endosperms zeichnen sich nun bald drei bis fünf dicht unter dem der Mikropyle zugewandten Ende desselben befindliche Zellen durch beträchtlichere Größe vor den übrigen Zellen aus. Wir nennen sie K o r p u s k u l a. Die Zahl derselben ist bei andern Fichtengewächsen mitunter noch geringer oder noch größer. Mitunter bilden sich solche sogar in der Mitte des Endosperms. Es scheint dabei eine ähnliche Unregelmäßigkeit vorkommen zu können, wie diejenige ist, in Folge deren sich mitunter in einem Samenknospenkerne mehrere Keimsäckchen übereinander bilden, deren jedes ein Endosperm in sich erzeugt. — Ueber jedem Korpuskulum liegt bei der Föhre ursprünglich nur eine einzige Zelle des Endosperms, allein diese theilt sich zweimal, so daß eine Gruppe von vier Zellen entsteht, und diese Zellen zeichnen sich durch dickschleimigen vielkörnigen Inhalt vor ihren Nachbarzellen aus. Die das Korpuskulum zunächst rings umgebenden Zellen des Endosperms theilen sich sämmtlich mehrfach durch Scheidewände, welche auf dem Umfange des Korpuskulum senkrecht stehen, und stellen so bald eine eigenthümliche oberhautähnliche Zellenschicht dar. Das Innere des Korpuskulum enthält eine trübe körnelige Schleimschicht, welche die Wandung desselben auskleidet und einen großen Cytoblasten, welcher meistens am Mikropylenende an der genannten Schleimschicht klebt; der geringe übrige Raum ist mit dünnflüssigem, wässerigem Safte gefüllt. Nachdem das Korpuskulum an Größe beträchtlich zugenommen hat, löst der Cytoblast sich auf, und es bilden sich im Zellenraume sehr zartwandige, kugelige Zellchen, in denen man gar keinen Inhalt bemerkt. Dieselben füllen bald den Zellenraum ganz aus; besonders auffallend ist unter ihnen eine große Zelle, welche den untersten Raum einnimmt und sich diesem eng einschmiegt.

Zu der Zeit, wo die Korpuskula sich vor den umgebenden Zellen auszuzeichnen begannen, haben auch die noch immer wohlbehalten und unverändert zwischen den Zellen des Knospenkernes steckenden Pollenschläuche aufs Neue begonnen, sich zu verlängern und gegen das Keimsäckchen vorzudringen. Wenn die Korpuskula ihre

volle, vorhin bezeichnete Ausbildung erreicht haben — wobei dieselben etwa doppelt so groß geworden sind, als sie zu der Zeit waren, wo ihr Cytoblast sich auflöste und die Bildung von Zellen in ihnen begann — so sind gerade auch die vordersten Enden der Pollenschläuche am Keimsäckchen angelangt. Diese sind auf ihrem Wege durch das Zellgewebe des Knospenkernes nicht nur in die Länge, sondern auch in die Dicke gewachsen, was deutlich beweist, daß dieselben fortwährend aus dem Zellgewebe Nahrung in sich aufnehmen. Besonders stark ist dieses noch der Fall, wenn sie schon das Keimsäckchen berühren, und in Folge dessen schwellen sie hier keulen= oder stempelförmig an. Zugleich bilden sich in ihnen bisweilen äußerst kleine Zellchen, doch sind solche nicht immer vorhanden, und besonders kann man meistens vor der Menge von Stärkekörnchen, welche sich im Pollenschlauche ansammeln, nicht sicher erkennen, ob solche vorhanden seien. Von einer Bildung spiraliger Spermazellen ist jedoch nie eine Spur zu bemerken gewesen. Es wird durch den Pollenschlauch eine befruchtende Einwirkung auf den Inhalt des zunächst gelegenen Korpuskulum ausgeübt, in Folge dessen innerhalb des letzteren ein Embryo, der Keim einer neuen Föhre, entsteht. Hiernach können wir einen Vergleich aufstellen zwischen den Fortpflanzungsorganen der vollkommeneren Sporenpflanzen und der Samenpflanzen. Es würden in diesem Vergleiche die „kleinen Sporen" der Zapfenmoose und Wasserfarren zusammentreffen mit den Pollenzellen, und dagegen wäre das Keimsäckchen im Kern der Samenknospe vergleichbar einer „großen Spore" jener Pflanzen, und wie in einer solchen sich ein Vorkeimzellenhäufchen erzeugt, innerhalb dessen eine Zelle von dem Inhalte der „kleinen Sporen" befruchtet wird, so wird bei den Fichten das Endosperm gebildet, in welchem das Korpuskulum vom Inhalte des Pollenschlauches befruchtet, einem neuen Pflänzchen, dem Embryo, das Dasein gibt.

Der Pollenschlauch dringt durch die Wandung des Keimsäckchens, welche schon bei seiner Annäherung auf dem Gipfelpunkte erweicht wird, hindurch und ist dann unmittelbar über den vier, mit concentrirtem Inhalte gefüllten Zellchen angelangt, welche den Scheitel des Korpuskulum bedecken. Zwischen diese Zellen hindurch treibt derselbe nur eine sehr feine Verlängerung, welche nun endlich die Wandung des Korpuskulum unmittelbar berührt und mit derselben fortan in Berührung bleibt, bis daß die Bildung des Embryo genügend eingeleitet ist, wo er dann selber aufgelöst wird. Die Berührung mit dem Korpuskulum wird durch die erfolgende Auflösung der vier dasselbe bedeckenden Zellen noch erweitert. Zugleich scheinen alle solche Zellenauflösungen wesentlich zur Kräftigung des Pollenschlauches und, durch diesen, des Korpuskulum beizutragen.

Sobald der Pollenschlauch den Scheitel des Korpuskulum berührt, beginnt ein kräftiges Leben innerhalb des Korpuskulum (s. Fig. 160). Die in dem unteren Theile desselben eingeschmiegt liegende große Zelle, welche wir die Keimzelle nennen können, nimmt an Ausdehnung zu. Ihre Außenwand tritt in innige Verbindung mit der Innenwand des Korpuskulum, ihr Inhalt nimmt rasch ein weit gesättigteres Aussehen an; ihr Cytoblast verschwindet. Bald zeigt sich in ihr, der unteren Wölbung eingepreßt, eine große, gewöhnlich mehr als die Hälfte des Raumes der Keimzelle einnehmende, nach oben stark gewölbte Tochterzelle mit großem Cytoblasten. Dieselbe schließt beinahe den ganzen Gehalt an körnigem

Schleime ein, welchen die Mutterzelle besaß. Sie theilt sich sofort nach Auflösung ihres Zellenkernes und Bildung zweier neuer Cytoblasten durch eine Längsscheidewand in zwei Zellenräume. Gleichzeitig löst sich die Wandung der Keimzelle völlig auf. Die beiden Zellenräume der Tochterzelle sind die ersten Zellen des wirklichen Vorkeimes, welcher nun noch der Entstehung des Embryo vorausgeht. Die bezeichneten beiden Zellen theilen sich sogleich wieder durch neue Scheidewände, welche zur ersten rechtwinklig stehen, so daß dann der Vorkeim aus vier Zellen besteht. Durch wagerecht (bei senkrecht gedachter Stellung der bisherigen Scheidewände) liegende Scheidewände werden aus diesen vier Zellen solcher acht gebildet. Die untersten vier dieser Zellen sind die kleinsten, aber zugleich die an dichterem Inhalte reichsten, und sie theilen sich fortgesetzt durch horizontale Scheidewände. Dabei vertieft sich die untere Wölbung des Korpuskulum, in welcher sie eingedrängt liegen, immer mehr; je die äußersten, dem freien Zellenraume des Korpuskulum zugewandten Zellen der vier Zellenreihen, aus denen der Vorkeim nun besteht, erleiden noch fortwährend nach einander eine völlige Wiederauflösung. Es ist noch immer der ganze Raum des Korpuskulum oberhalb des Vorkeimes gefüllt mit einem Brei von solchen zarten kugeligen Zellen, wie sie mit der Keimzelle gleichzeitig unmittelbar nach der Auflösung des Cytoblasten im Korpuskulum gebildet wurden, ja diese haben sich sogar noch vermehrt. — Der Pollenschlauch wird mitunter von den ihn umgebenden Zellen des Endosperms, welche sich während der beschriebenen Vorgänge in die Dicke ausdehnen, bedrängt und so sehr zusammengedrückt, daß seine Haut an ihrem Ende platzt und der Inhalt derselben dann sich mit dem im Korpuskulum enthaltenen Zellenbrei vermengt. — Die Zellen des Vorkeims, welcher indessen noch immer aus vier Zellenreihen besteht, beginnen nun plötzlich sich stark in die Länge auszudehnen, besonders die äußersten oder zweiten am oberen Ende. Der Vorkeim wird ein vierfacher zelliger Faden und wird, da die Wandung des Korpuskulum und die mittlerweile sehr locker gewordenen und aufgeweichten Zellen des Endosperms, welche unter ihm liegen, demselben freien Spielraum gestatten, tief in das Endosperm hinabgeschoben, krümmt sich dabei aber dennoch in spiraligen Biegungen zusammen. Darauf sondern sich die vier Zellenreihen, aus welchen der Vorkeim besteht, von einander, von den untersten Zellen beginnend; es zerfällt der eine Vorkeim in vier solche. Kurze Zeit, nachdem die Zellenreihen des Vorkeimes sich trennten, beginnt in der Endzelle einer jeden, entweder sofort, oder nach noch einigen Theilungen durch horizontale Wände, die Bildung des Embryo selbst durch stetig wiederholte Theilung jeder Scheitelzelle mittelst abwechselnd rechts und links geneigter Wände, Theilung der so entstandenen Zellen zweiten Grades durch radiale, der Zellen dritten Grades durch tangentiale Längswände u. s. w.

Anlagen zu Embryonen sind hienach in dem halbreifen Samen mindestens viermal so viele vorhanden, als Korpuskula befruchtet wurden. In jedem Korpuskulum aber erreicht nur ein Embryo seine wirkliche Ausbildung, und es ist überhaupt selten, daß in einem Samen mehrere Embryonen völlig entwickelt werden. Durch einen bevorzugten werden in den meisten Fällen alle anderen völlig unterdrückt; nur geringe Spuren von den übrigen bleiben neben dem ersteren zurück. Der Vorkeim von diesem wird, indem er mit dem Endosperm verwächst, zum „Aufhänger" des Embryo oder „Embryoträger."

Während so das Innere der Samenknospe vielfache Veränderungen erlitt, hat auch das Aeußere derselben sich bedeutend umgestaltet. Durch das stark entwickelte, ein weißes mehlreiches und mit Oel gefülltes Zellgewebe darstellende Endosperm, ist das Zellgewebe des Knospenkernes auf eine ganz dünne Schicht zusammengedrängt, welche nun bei der Reife des Samens als eine bräunliche Haut das Endosperm umhüllt. Die Samendecke ist zu einer ziemlich dicken, holzig lederigen Haut geworden, die den platt eiförmigen Samen ganz umschließt und an welcher man nur noch eine sehr geringe Spur der Mikropyle am unteren zugespitzten Ende bemerken kann. Die Samenknöspchen standen im Anfange an der schuppenförmig gestalteten Axe, welche sie trägt, ohne Deckblättchen. Diese letzteren aber entwickeln sich während der Ausbildung des Samens ebenfalls, nehmen dabei aber unter den bedrängten Umständen, in denen sie entstehen, eine ganz eigenthümliche Form an. Das unter der Knospe entspringende Blättchen schmiegt sich nämlich, indem es sich beträchtlich hautartig ausdehnt, um die Samenknospe herum, überdeckt dieselbe völlig und verlängert sich dann noch nach oben in der Form eines großen hautigen Flügels über denselben lang hinauf, daß es bis zum oberen Rande der Schuppe reicht (Fig. 161). So findet man dann in einem ausgereiften Föhren- oder anderen Coniferenzapfen auf der inneren Seite jeder der holzigen Schuppen ein Paar großer Flügel, welche Insektenflügeln ähneln, und welche mit dem Samenkorne — dessen Befestigungspunkt an der Schuppe seit der Befruchtung gar nicht zugenommen hat und nun nach der Vertrocknung der wenigen Zellen, die ihn bilden, sich sehr leicht gänzlich lostrennt — gemeinsam abfallen, da sie auf der Vorderseite desselben angewachsen sind. Diese Flügel müssen natürlich sehr wesentlich die Verbreitung des Fichtensamens durch den Wind erleichtern. Die hautigen Flügelblätter entwickeln sich übrigens ganz unabhängig von der Samenknospe und erreichen ihre volle Größe auch dann, wenn etwa die in ihrer Achsel stehende Samenknospe unbefruchtet bleibt, und sich dann gar nicht weiter ausbildet, sondern völlig eintrocknet.

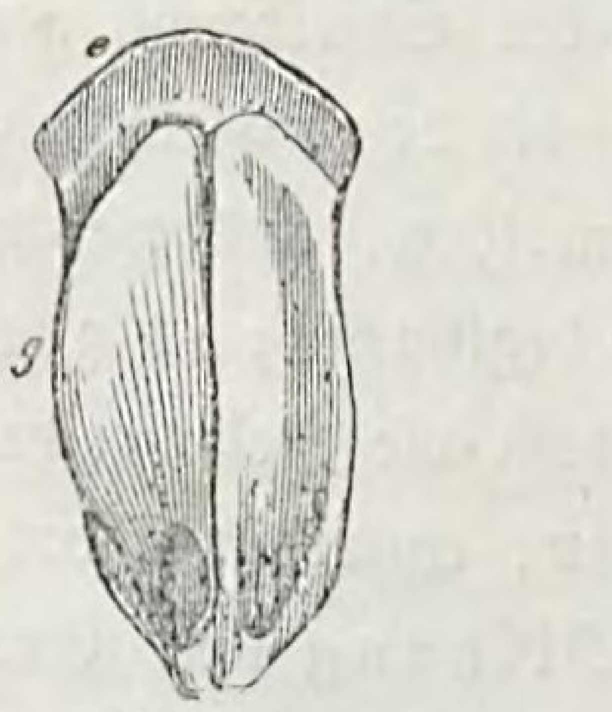


Fig. 161.
Eine samentragende Schuppe der gemeinen Föhre, von einem reifen Zapfen genommen; Ansicht der inneren Seite; natürliche Größe.*

* e Schuppe; g der eine der hautigen Samenflügel, unter welchem unten das Samenkorn bemerkbar ist; auf der andern Seite ist der Samenflügel mit sammt dem Samenkorn entfernt worden, so daß man den Eindruck sieht, welchen letzteres zurückgelassen hat.

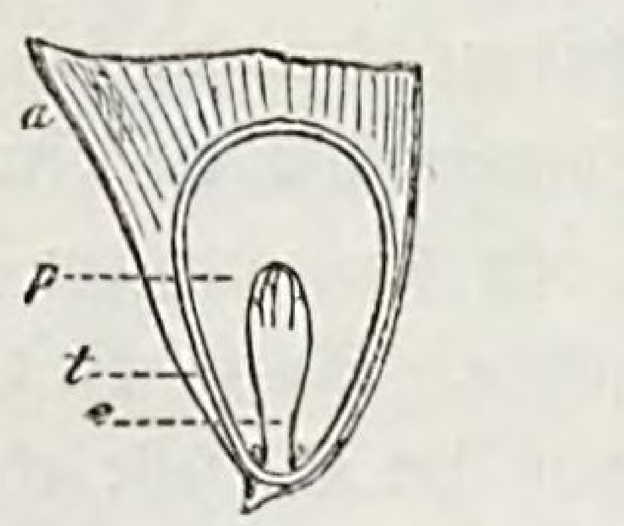


Fig. 162. Ein reifes Samenkorn der gemeinen Föhre senkrecht der Breite nach durchschnitten; vierfach vergrößert.*

* a Ein Theil des Flügels; e Embryo, an dessen Wurzelende einige unentwickelte Embryonenanlagen sichtbar sind; p Endosperm, den Samen ausfüllend; t Samendecke, innerhalb deren das Endosperm noch von den hautartigen Ueberresten des Knospenkernes bedeckt ist.

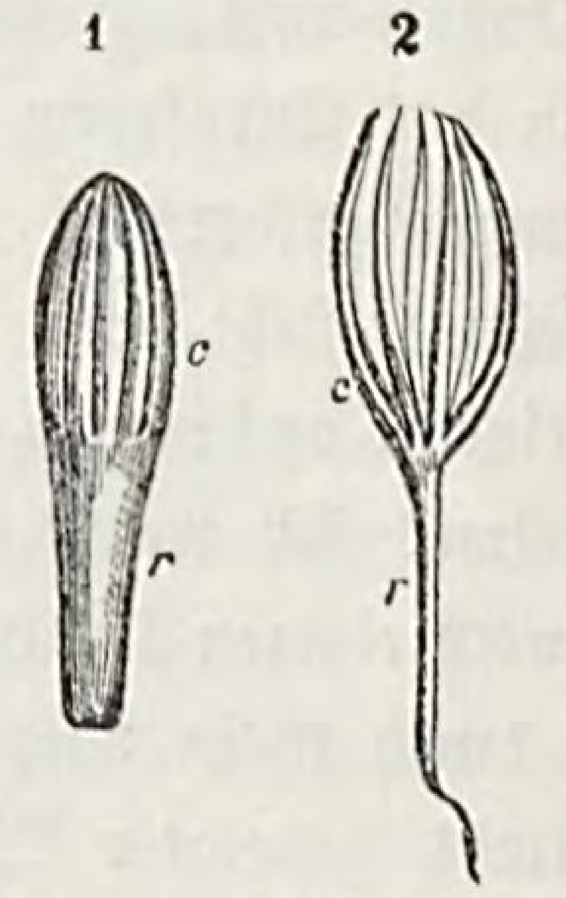


Fig. 163. Polycotyledonischer Embryo der gemeinen Föhre, vergrößert.*

* 1 Der Embryo aus dem Samenkorne genommen; c Cotyledonen; r Stengeltheil, dessen unteres Ende später zur Wurzel verlängert wird. — 2 Der Embryo im Anfange der Keimung, als Pflänzchen.

Innerhalb des Samenkornes liegt (Fig. 162), im Endosperm eingebettet, ein großer Embryo, die Spitze, welche der Wurzel der zukünftigen Pflanze entspricht, der Mikropyle zugewendet und dort durch die Zellen des Vorkeims mit dem Endosperm verwachsen; daneben stehen einige unausgebildet gebliebene Embryonenanlagen.

Der Embryo hat sich an seinem Gipfelende kolbig verdickt, und hier haben sich um die Mitte des Gipfels anfangs sechs oder sieben zellige Wärzchen erhoben, welche sich jedoch später zu kleinen pfriemförmigen Spitzchen verlängerten. Dieses sind die Cotyledonen oder sogenannten Samenlappen des Embryo, die ersten Blätter der neuen Pflanze (Fig. 163). Die Zahl dieser ist bei den verschiedenen Zapfenträgern sehr abweichend; bei der Pinie finden sich zehn bis zwölf; bei der Edeltanne und der Weymouthskiefer sieben bis neun; bei manchen Cypressen sechs, bei einigen Föhrenarten nur vier; bei der gemeinen Tanne drei; beim Eibenbaume und den Wachholdern nur zwei. Immerhin haben die meisten Zapfengewächse mehr als zwei und manche derselben viele Cotyledonen, und es erklärt sich daraus die Bezeichnung, welche man für diese ganze Klasse, mit Uebersehung der angeführten Ausnahmen, gewählt hat, indem man sie „vielsamenlappige“ Pflanzen: Polycotyledoneen (polycotyledoneæ), nennt, eine Bezeichnung, welche man mit demselben Rechte auf die, freilich eigentlich wie die Eiben- und Wachholderbäume dicotyledonischen, Cykadeen ausdehnen kann.

Nach der Beschaffenheit der Fortpflanzungsorgane pflegt man die Zapfenträger in drei Familien einzutheilen. Die mit den Föhren in dieser Beziehung übereinstimmenden bilden die Familie der Abietineen oder Tannenfichten. Die zweite Familie ist die der Cupressineen oder Cypressenfichten, und die dritte die der Taxineen oder Eibenfichten.

Die Fortpflanzungsorgane der Cypressen (Fig. 164) weichen von denen der Tannen, Föhren, Kiefern und Lärchen nur in wenigen Stücken ab. Die männlichen Zapfen besitzen auf der Unterseite der Antherenschuppen eine Anzahl, bei den untersten vier, bei den oberen aber nur zwei bis drei, kapselartiger Auswüchse, welche den Pollen enthalten, und welche in ihrer Stellung und Entwicklung einerseits an die Cykadeen, andererseits an die Zapfenfarren erinnern. Die weiblichen Zapfen bestehen nur aus wenigen Schuppen, welche anfänglich sehr wenig gedrängt stehen und an welchen sich daher die Samenknospen in aufrechter Stellung ausbilden können. Die Schuppen werden bei der Reife holzig und drängen sich sechseckig zusammen, ganz wie die Schilder des Schafthalmzapfens. Der ganze Cypressenzapfen ist aber fast kugelig (Fig. 165). Noch geringer ist der Zapfen beim Lebensbaume, wo derselbe aus wenigen holzigen Schüppchen besteht. Beim Wachholder trägt die Schuppe der kleinen männlichen Zapfen in ihrem unteren Rande fünf bis sechs, mitunter gar acht Pollenkapseln oder Staubbeutel. Die weiblichen Zapfen stehen mit seltenen Ausnahmen, wie dieses auch bei den Araucarien der Fall ist, nicht mit den männlichen auf dem nämlichen Stamme, sondern wie bei den Cykadeen muß man hier männliche und weibliche Bäume unterscheiden. Um dieses Verhältniß

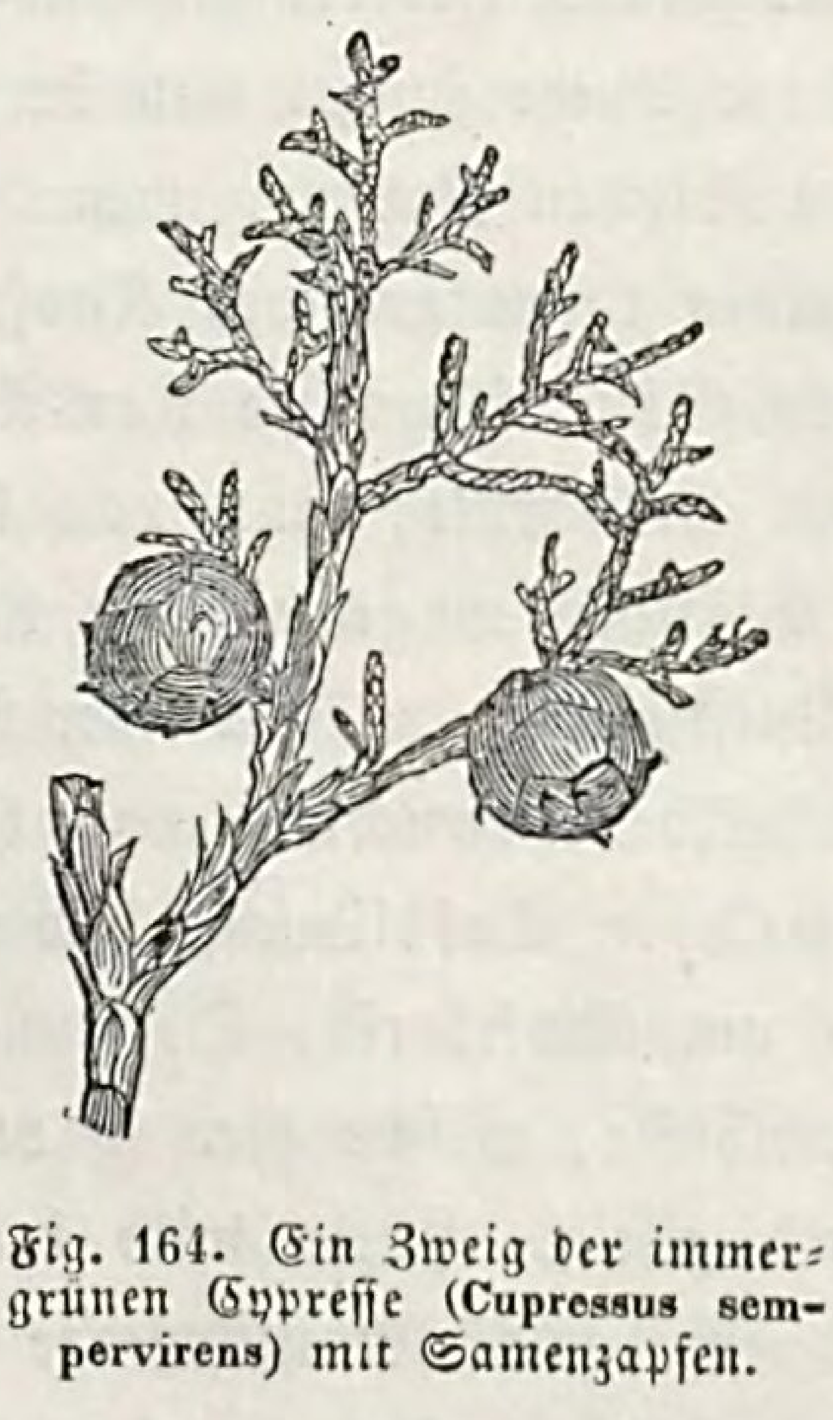


Fig. 164. Ein Zweig der immergrünen Cypresse (Cupressus sempervirens) mit Samenzapfen.

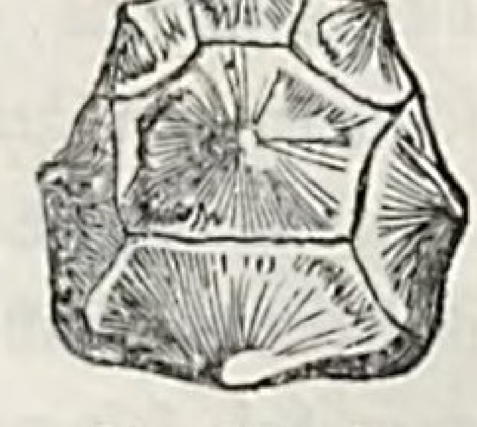


Fig. 165. Ein Cypressenzapfen in nat. Gr.

zu bezeichnen, nennt man in der Botanik alle solche Pflanzen, bei welchen dasselbe stattfindet, diöcisch (gleichsam „zweihäusig"), dagegen diejenigen, bei welchen, wie bei den Tannen, Föhren, Kiefern, Lärchen, Cedern u. s. w. beiderlei Fortpflanzungsorgane auf einem Stamme vereinigt sind, monöcisch („einhäusig"). Die weiblichen Zapfen des Wachholders bestehen aus wenigen, oft nur drei Schuppen, deren jede an ihrem Grunde ein ganz an dieselbe angewachsenes Deckschüppchen, auf der inneren Seite aber ein einziges Samenknöspchen trägt. Bei der Reife werden hier die Schuppen nicht holzig, sondern fleischig, und verwachsen dabei ganz mit einander, so daß man bei der Halbreife schon eine grüne kugelige Beere mit kaum mehr erkennbaren Spuren der Schuppenränder findet (Fig. 166). Ganz reif sind die „Beeren" schwarz, durch ausgeschwitztes Harz gleichsam „bereift."

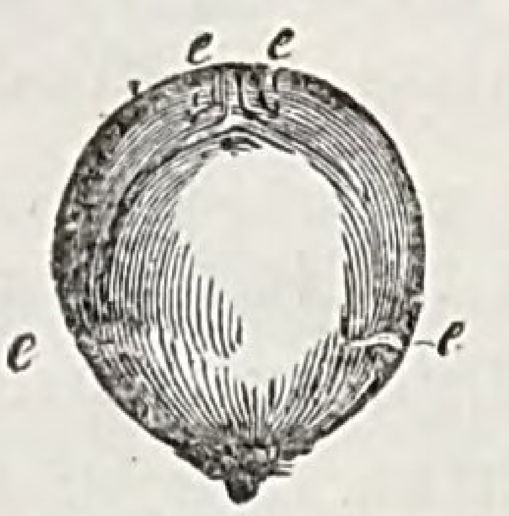


Fig. 166. Der beerenförmige Zapfen des großbeerigen Wachholders (Juniperus macrocarpa). *

* e, e Spuren der Schuppen, von denen die unteren Deckblättchen sind.

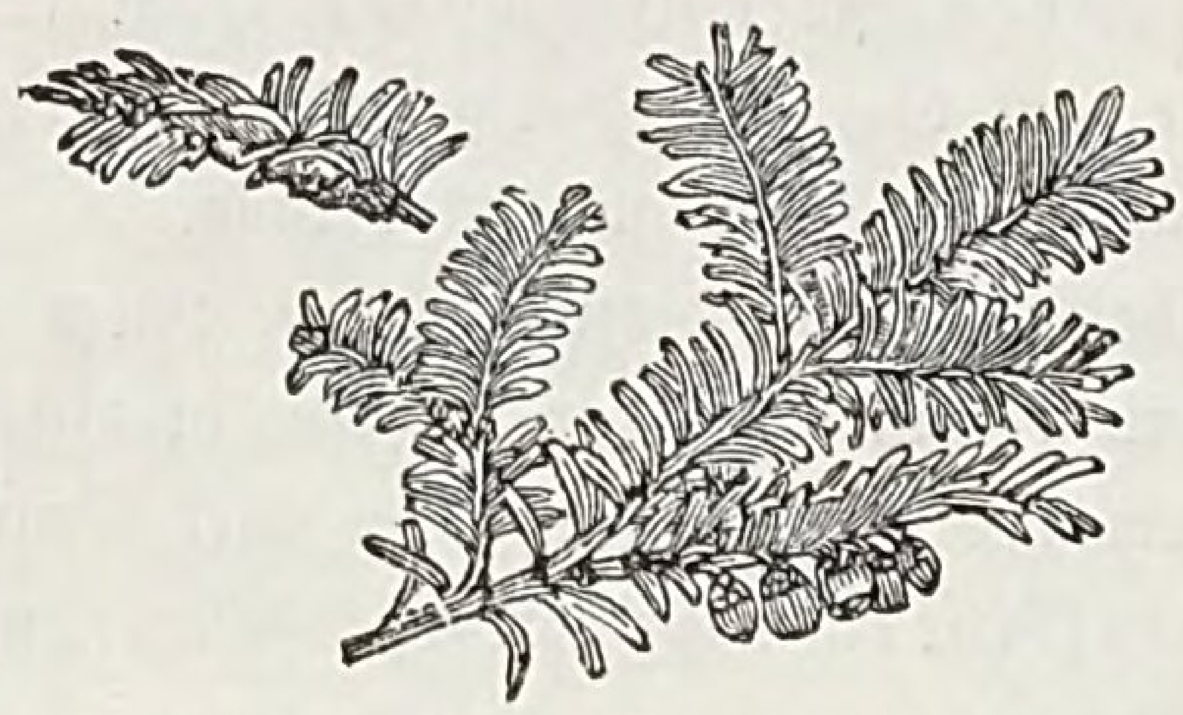


Fig. 167. Zweige des Eibenbaumes (Taxus baccata). 1/3 d. nat. Gr. *

* Der obere Zweig trägt männliche, der untere weibliche Zapfen.



Fig. 168. Der beerenartige einsamige Zapfen des Eibenbaumes. *

* g Der Gipfel des Samens mit den Spuren der Mikropyle; ic die fleischige, nachträglich emporgewachsene, rothe, äußere Samenhülle; b einige der schuppenförmigen Deckblättchen des kurzen Zweiges.

Viele Eigenthümlichkeiten besitzt der ebenfalls diöcische Eibenbaum (Fig. 167). Die männlichen Zapfen mit ihren zahlreichen Staubbeuteln am Rande der Unterseite der Schuppen haben durch die Entwicklung sowohl, als durch die Form dieser Organe die vollkommenste Uebereinstimmung mit den Zapfen der Schafthalme. Sie stehen einzeln an der Spitze junger und kurzer Seitenzweige. Eine ähnliche Stellung haben auch die weiblichen Zapfen, wenn man hier von einem Zapfen reden darf. Auf dem Gipfel eines kaum aus der Knospe sich entwickelten Aestchens steht nämlich unmittelbar als Gipfelknospe der Axe selber eine einzige Samenknospe, mit offener Spitze, der Mikropyle, und von kurzen dachziegelartig sich deckenden, deckschuppenförmigen Blättchen umgeben. Um den Grund dieser Knospe wächst nach der Befruchtung ein Wulst empor, welcher einer Vereinigung blattartiger Organe entsprechen mag, und welcher bei der Befruchtung noch kaum wahrnehmbar war (Fig. 160, 1, b'), aber bei seiner weiteren Ausbildung dick und fleischig wird und den Samen fast ganz umgibt, nur am Gipfel eine Oeffnung lassend (Fig. 168). Es ist gleichsam eine zweite Knospenhülle, welche hier so verspätet nachträglich sich entwickelt. Diese fleischige, übrigens giftige Hülle wird bei der Reife scharlachroth, während der Samen äußerlich eine dunkelblauschwarze Färbung annimmt. Bemerkenswerth ist noch, daß die ursprünglich allein vorhandene Samenknospendecke beim Eibenbaume die Samenknospe auch nur umhüllt und nicht weiter, als nur am Grunde mit derselben verwachsen ist. — Sehr auffallend ist die starke Anschwellung des Pollenschlauches innerhalb der Knospe bei der Befruchtung; derselbe bedeckt den Gipfel mehrerer Korpuskula, und ein einziger befruchtet daher auch mehrere solche. — Die Stellung der Samenknospe des Taxus kann keinen Zweifel mehr lassen über die

wahre Bedeutung der Samenknospen und der samentragenden Schuppen bei den verschiedenen Zapfenträgern, so mannigfaltig und zu Täuschungen geeignet auch die Abweichungen von dieser einfachsten Anordnung bei vielen derselben sein mögen.

Die reifen und aus den Zapfen ausfallenden Samen der Coniferen sind noch keineswegs fähig, sogleich, wenn sie am Erdboden der Feuchtigkeit ausgesetzt sind, zu keimen, d. h. sich zu einem neuen Pflänzchen zu entwickeln. Vielmehr bedarf der Embryo derselben einer ziemlich langen Ruhezeit, welche man die Samenruhe nennt, und während deren mit und in demselben keine unserer Beobachtung wahrnehmbare Veränderungen vorgehen. Erst nach Verlauf von zwei Jahren keimt im dritten der ausgesäete Coniferensamen. Die Veränderungen, welche bei diesem Akte mit dem Embryo vor sich gehen, zunächst die chemischen Mischungsveränderungen, welche die in den Zellen desselben enthaltenen Substanzen erleiden, sind noch sehr ungenügend bekannt. Es beginnt eine lebhafte Zellenvermehrung im Embryo, die Samenhaut wird gesprengt, das Wurzelende streckt sich hervor und der ganze Embryo befreit sich von der Hülle, während das Endosperm ganz verändert wird, wahrscheinlich vom ersten Augenblicke der Keimung dem Embryo Nahrungsstoffe darbietet, endlich aber verfaulend den Boden düngt. Während der Keimung färbt sich der Embryo grün. Das Wurzelende verlängert sich gleichzeitig mit dem Gipfel, ja noch früher, als dieser; es sucht stets den Boden, der Same mag liegen wie er will. Wir sind noch nicht entfernt im Stande, die Ursache dieser bei den Samen aller Pflanzen so allgemeinen Erscheinung anzugeben. Sobald die Keimung begonnen hat, fangen einige Zellen, während die andern sich lebhaft vermehren, durch einfache Verlängerung sich auszuzeichnen an. Die so entstandenen langgestreckten Zellen werden etwas später vollends prosenchymatisch. Sie liegen in Bündelchen in einem geringen Abstande um den Mittelpunkt herum, und während die Zahl derselben sich fortwährend vermehrt, treten die innersten Reihen derselben in der Richtung der Längenausdehnung mit einander in Verbindung und werden so die Gefäße der Markscheide. Indem nun die Axe des Keimpflänzchens sich einerseits zur Wurzel, andererseits zum Stengelchen verlängert, treten aus letzterem fortwährend nahe unter dem Gipfel, wo die Zahl der Zellen des Umfanges noch sehr gering ist, die Zellen hervor, welche die Spitzen der Blätter bilden und in denen nach einigen horizontalen Theilungen in absteigender Reihenfolge eine fortwährende Theilung in den verschiedensten Richtungen beginnt, welche am unteren Ende des Blattstieles erlischt, nachdem das Blatt seine vollkommene Form erhalten hat. Der untere Theil des Blattstieles, welcher mit dem Stengel in innigem Zusammenhange bleibt, vermehrt sich mit diesem nach der Länge und nach dem Umfange selbst noch im zweiten Jahre, und bildet so den anfangs schmalen, später aber ausgebreiteteren Wulst an der Rinde.

Das Wachsthum des Baumes ist mit fortwährenden Knospenerzeugungen und daraus hervorgehenden Verzweigungen verbunden. Die Regel der Blattstellung am ersten Stengelchen ist bis zu einem gewissen Grade maßgebend für den ganzen späteren Wuchs und die Gestalt des Baumes, indem nach derselben die Stellung der Zweige sich richtet. In zweiter Stelle hat auf die Tracht des Baumes Einfluß die sich bei jeder Art immer in der Hauptregel gleich bleibende Ordnung, nach welcher in den meisten Blattachseln keine Zweigknospen entstehen, während in andern solche ausgebildet werden. Endlich kommt noch hinzu die Richtung, welche die Zweige

ersten Grades gegen den Stamm, und die Zweige zweiten, dritten Grades u. s. w. gegen diejenigen, aus welchen sie entspringen, einhalten, und welche entweder stets unverändert bleibt, oder mit der Zeit eine gewisse Modifikation erleidet. Ein Umstand, welcher die Tracht eines Baumes völlig ändern kann, ist das durch mancherlei äußerliche Einflüsse nicht selten eintretende Zurückbleiben des Stammes im Verhältniß zu den Zweigen, und in Folge dessen eine vorherrschende Ausbildung und ein Bestreben der letzteren, sich selber gleichsam an die Stelle des Stammes zu setzen. Es entsteht daraus ein „strauchiger" oder buschartiger Wuchs. Ein solcher wird bei manchen Coniferen durch ein kaltes, rauhes Klima hervorgerufen. In den höheren Gebirgsgegenden, sowie in der kalten Zone werden unsere Tannen und Föhren krumzweigige Büsche, ja die Alpenföhre oder Krummholzkiefer (Pinus pumilio) kennt man gar nicht anders. Ebenso kennt man im nördlichen Deutschland nur den höchstens sechs bis acht Fuß hohen „Strauch" des gemeinen Wachholders (Juniperus communis), während man denselben in der Schweiz als dreißig bis vierzig Fuß hohen dickstämmigen Baum findet. — Mehrere Fichten werden die höchsten Bäume der Erde; die gemeine Föhre erreicht eine Höhe von 80 bis 120 Fuß, die Weymouthskiefer wohl 150 und ebenso die Edeltanne, die gemeine Tanne und die kanadische Hemlocktanne in Nordamerika; die Araucarien Südamerika's aber sollen bis 220 Fuß hoch werden und übertreffen demnach alle andern bekannten Gewächse.

Es ist unbekannt, welche Ursache dem wachsenden Baume endlich Halt gebietet. Man weiß wohl, daß der Baum in den verschiedenen Perioden seines Wachsthumes eine sehr verschiedene Zunahme in die Länge und in die Dicke zeigt, und es beruht eine wichtige Aufgabe des Forstmannes darin, die Wälder gerade in der Zeit dem Schlage zu unterwerfen, wo die zunahmreichste Wachsthumsperiode der Bäume vorüber ist. Man weiß auch, daß endlich ein Zeitpunkt eintritt, mit welchem der Baum aufhört, sich höher zu erheben, und wo derselbe durch unregelmäßiges Fortwachsthum einzelner Zweige verkrüppelt. Und alle diese unaufgeklärten Erscheinungen schließen nach dem Laufe der Natur endlich damit, daß der Baum völlig abstirbt. Dieses geschieht nicht leicht plötzlich und auf einmal, sondern mit dem höheren Alter vermehrt sich die Zahl abdorrender Zweige; endlich verdorrt auch der Gipfel des Stammes, während einzelne der ältesten Zweige noch fortwachsen. Ja, mitunter vermorscht durch die Verwesung des verdorrten und immerfort dem Einflusse der Atmosphäre ausgesetzten Holzes der größte Theil des Baumes, während noch immer ein Stück des Stammes mit einem grünenden Zweige zurückbleibt. Das Kernholz, welches früher oder später gänzlich aufhört, sich an den Lebensvorgängen im Körper des Baumes zu betheiligen, geht bei alten Bäumen in modernde Fäulniß über, von welcher die braune Färbung des alten Holzes wohl schon das erste Zeichen des schwachen Anfanges ist. Das Wachsthum und Leben des Baumes leidet an und für sich durch diesen Vorgang nicht. So lange nur das Splintholz nebst dem Cambium und der Rinde unversehrt bleibt, stirbt der Baum nicht ab, wenn auch der Stamm innen durch die Fäulniß gänzlich hohl wird. Dagegen eine Zerstörung der Schichten des Umfangs, besonders des Cambium, ja selbst die Unterbrechung des Zusammenhanges dieses wichtigen Sitzes und Weges des Lebens in der Pflanze, wäre es auch nur durch einen fingersbreiten Schnitt rings um den Stamm, führt rasch das Absterben des

Baumes herbei. Daher die gefährliche Wirkung der unter der Rinde Gänge nagenden Borkenkäfer. — Bemerkenswerth ist die Eigenthümlichkeit der Coniferen, daß bei ihnen nie außerhalb der Blattachseln stehende Knospen, sogenannte Adventivknospen, gebildet werden, wie solches doch bei anderen Bäumen unserer Wälder so häufig beobachtet werden kann, und daß in Folge dessen ein abgehauener Fichtenstamm nie junge Sprossen, sogenannten Stockausschlag, zu erzeugen im Stande ist. Ebenso bilden sich auch niemals Adventivwurzeln am Stamme oder an den Zweigen, und es gelingt aus diesem Grunde nie, einen Tannenzweig dadurch, daß man denselben in die Erde steckt, zum Steckling zu machen, d. h. dazu zu bringen, daß derselbe Wurzeln schlage und fortwachse.

Kaum bedarf es wohl einer Hinweisung auf den ausgedehnten Nutzen, welchen fast ohne Ausnahme die Pflanzen dieser wichtigen, in forstwirthschaftlicher Hinsicht geradezu wichtigsten Klasse dem Menschen gewähren. Alle liefern ein treffliches Holz zum verschiedensten Gebrauche, das festeste und dichteste diejenigen Gattungen, welche am langsamsten wachsen, zum Theil von großer Schönheit, wie das der Cypressen, der Wachholder und der Eiben. Letzteres gehört zu den schönsten und dauerhaftesten Hölzern. Sein Wachsthum ist ein äußerst langsames, die „Jahresringe" sind ihrer Feinheit wegen oft kaum zu zählen; dabei sticht das weißgelbe Splintholz der jüngsten Schichten eigenthümlich gegen das dunkelrothbraune Kernholz ab. Das Holz der Cedern und mancher Wachholderarten ist durchdrungen von wohlriechendem Cedernöle und deßhalb sehr geschätzt. — Ein wichtiges Produkt der Föhren fängt erst in neuester Zeit an ausgebeutet zu werden, nämlich die sogenannte „Waldwolle," die der Baumwolle ähnlichen Bastfasern der Nadeln, welche man aus diesen durch ein ähnliches Verfahren gewinnt, wie den Flachs und Hanf aus den Lein- und Hanfpflanzen. — Das Harz und Terpentinöl der Fichten wird sehr allgemein, theils nur eingesammelt, wo es freiwillig aus den Bäumen trieft, theils durch künstliche Beförderung aus den Bäumen oder aus dem Holze gezogen. Die verschiedensten Arten von Pech und Harz, Terpentin und Terpentinöl sind im mannigfaltigsten Gebrauche. Manche dieser Stoffe werden ihres Wohlgeruches wegen sehr geschätzt und heißen Balsame, Weihrauche u. s. w. Andere dienen in Terpentinöl aufgelöst als Firniße, wie besonders das farblose Harz der Dammarfichte (Dammara alba). Einige dieser Bäume liefern auch Gummi, wie die Lärche, welche diese Substanz im Herbste, Harz dagegen im Frühling enthält, und welche aus ihren Nadeln in südlichen Gegenden Zuckersaft ausschwitzt, der eingetrocknet Mannazucker zurückläßt. Terpentinöl, „Krummholzöl" und andere von Fichten gewonnene Substanzen sind altberühmte Arzneimittel. Die Beerenzapfen der Wachholder sind reich an balsamischem flüchtigem Wachholderöle und daher beliebte Räucherungsmittel, sowie ein arzneilich wirkender Zusatz zum Wachholderbranntwein (Genèvre). Die Samen einiger Nadelbäume, wie die der Pinie im nördlichen Italien, und die sogenannten „Nüsse" der Arvenkiefer in den Alpen werden gegessen.

Manche Coniferen erreichen ein außerordentlich hohes Alter. Die gemeine Tanne, von welcher man einzelne Bäume kennt, deren Stamm am unteren Ende einen Durchmesser von 10 Fuß besitzt, muß nach der geringen Dicke, welche die Jahresringe bei dieser Gattung zu haben pflegen, weit über 1000 Jahre alt werden.

Der Eibenbaum wird jedenfalls mehrere Jahrtausende alt. Auf dem Friedhofe von Fortingal in Schottland stand noch vor kurzem ein solcher, welcher innen bis an die Rinde hohl war und nur noch wenige Blätter hatte, dessen Durchmesser aber 18 Fuß betrug. In Hedsor in Buckinghamshire in England steht ein vollkommen gesunder Stamm von 27 Fuß Durchmesser. Da die Jahresringe des Eibenbaumes so fein sind, daß man durchschnittlich höchstens $1/12$ Zoll auf jeden derselben rechnen kann, so würden obige Bäume demnach 2592 und 3888 Jahre alt sein; doch findet man häufig Eibenbäume, welche sichern Nachrichten zu Folge 200 Jahre alt sind, nicht viel über $1/2$ Fuß dick; hienach wäre obige Rechnung noch viel zu gering. Die amerikanische Eibencypresse (Taxodium distichum) liefert ähnliche Beispiele. Die „Cypresse Montezumas" ist ein solcher Baum, welcher schon zur Zeit der Eroberung Mexicos durch die Spanier wegen seines Umfanges und Alters berühmt war. Ein anderer solcher Baum bei der Stadt Oaxaca von 38 Fuß Durchmesser muß nach geringer Berechnung gegen 6000 Jahre alt sein.

Fast über die ganze Erde sind die Nadelgewächse verbreitet und bilden die herrlichen, mit Ausnahme der nur sommergrünen Lärche, immergrünen Nadelwälder.

Im Allgemeinen trifft man sie, besonders die geschlossenen Waldungen, in welchen die eine oder die andere Fichtengattung fast ausschließliche Baumart ist, mehr in gemäßigten und kalten Gegenden an. Der kältere Theil der gemäßigten Zone ist am reichsten an Nadelwaldungen, sowohl in Europa, Skandinavien und Rußland, als auch in Asien, Sibirien, und in Nordamerika die von den Britten in Anspruch genommenen Besitzungen, und der größte Theil der Vereinigten Staaten. In Südamerika sind ungeheure Waldungen der Andestannen. Je mehr man von Nord und Süd der heißen Aequatorialzone sich nähert, desto mehr verschwinden die Fichten. Nur einzeln noch stehen sie in den Laubwaldungen; auf den Gebirgen, in den kälteren Höhen haben sie wieder das Uebergewicht. So unterscheidet man auf der Erde nach der geographischen Verbreitung eine „Zone der Nadelwälder," deren Lage in obigen Ländern bezeichnet ist, wo in den niedrigsten Gegenden die Fichten dicht geschlossene Waldungen bilden — und nach der Höhenverbreitung eine „Region der Nadelwälder," welche in der Zone der Nadelwälder mit der tiefsten Ebene zusammenfällt, im nördlichen Deutschland sich von der Ebene bis zur Höhe von 2500 Fuß erhebt, in den Alpen der Schweiz nicht unter 4000 Fuß herab, dagegen bis 5500 Fuß in die Höhe steigt und in den Tropenländern auf die Höhe von 8000 bis 12000 Fuß über dem Meeresspiegel beschränkt ist. Das langsame Wachsthum der Fichten, besonders auch bei den im Allgemeinen hiedurch nicht gerade ausgezeichneten, in den ersten Jahren nach der Keimung, bringt es mit sich, daß diese Gewächse sehr leicht von andern Pflanzen überholt und unterdrückt werden, wo nicht die rauhere Beschaffenheit des Klimas, welche sie selber weniger scheuen, als unsere meisten Laubbäume, jene zurückhält und ihnen das Aufkommen dadurch sichert. So hat man im Harzgebirge allgemein die Erfahrung gemacht, daß die Birke, ein selber kälteres Klima liebender Baum, dort überall sich von selber aussäet und ohne beständige Fürsorge der Menschen das Aufkommen junger Fichtensaaten von der dort ungeheure Wälder bildenden gemeinen Tanne fast unmöglich macht, indem sie dieselben unterdrückt. Dagegen in Skandinavien ist die Birke selber bedeutend schwieriger in ihrem Aufkommen, und sie hindert dort

die Fichten weit weniger, obwohl sie auch in solchen Gegenden noch als geringer Busch fortkommt, wo Fichten gar nicht mehr gedeihen.

In früheren Perioden der Erde waren zapfentragende Gewächse sehr verbreitet. Dieselben sind eine der ältesten Klassen, von welchen uns erkennbare Ueberreste in den Schichten der Erde aufbewahrt geblieben sind. Schon in den Steinkohlenablagerungen (Fig 169 und 170) kommen solche sehr ausgezeichnet vor; sie bildeten damals mit Laubfarren= und Zapfenmoosbäumen, sowie mit den Cykadeen gemeinsam, wie es scheint, ausschließlich die Wälder der Erde und waren zu jenen Zeiten die einzigen Samenpflanzen. Auch in den folgenden Perioden haben zahlreiche Gattungen derselben existirt, ja es scheint, daß dieselben verhältnißmäßig noch zugenommen haben. In den Schichten der Trias (Fig. 171) hat man bereits Ueberreste entdeckt, welche eine nicht geringe Uebereinstimmung mit den heutigen Araucarien verrathen. In der Oolithformation (Fig. 172) kommen neue, eigenthümliche Formen vor, deren kurze dachziegelartige Blattschuppen an die Lebensbäume erinnern. Die an Landprodukten in den jetzt auf dem Festlande Europa's liegenden Theilen so arme Kreideformation hat auch von Pflanzen dieser Klasse bisher wenig Erhebliches

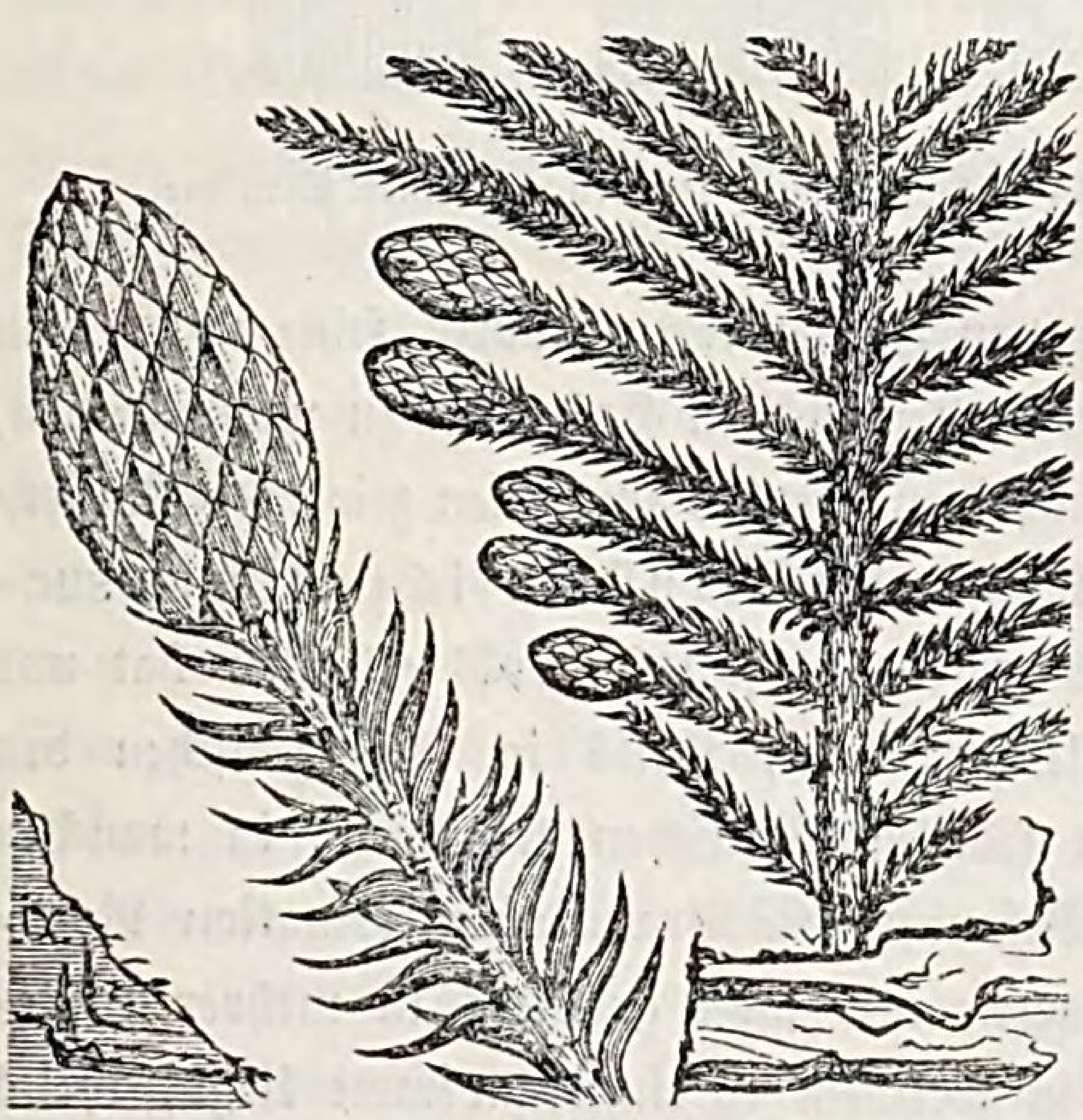


Fig. 169. **Walchia Schlothheimii** aus der Steinkohlenformation.

Fig. 170. **Walchia hypnoides** aus der Steinkohlenformation.

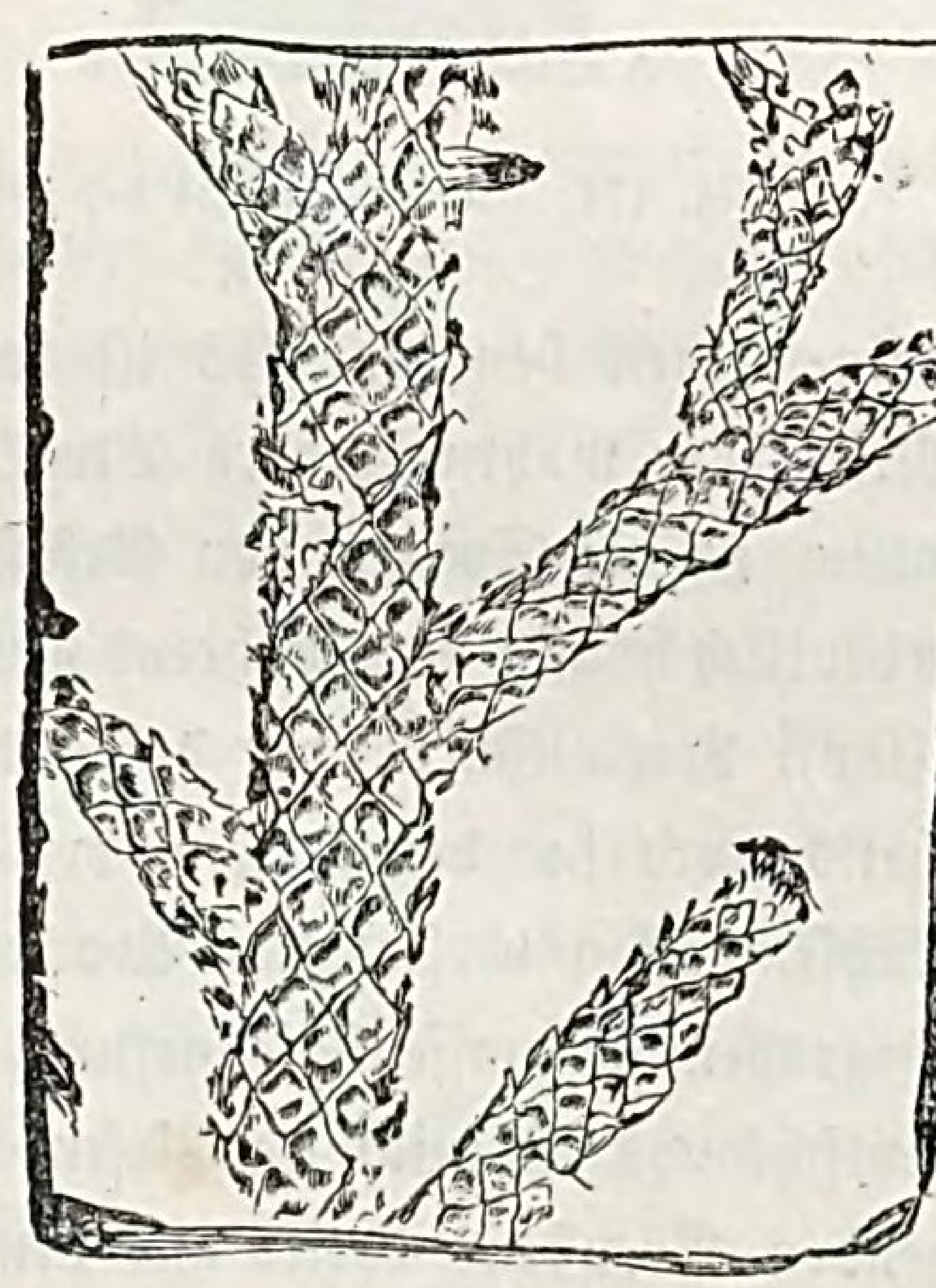


Fig. 172. **Brachyphyllum** aus der Oolithformation.



Fig. 171. **Voltzia heterophylla** aus dem bunten Sandsteine.

geboten; dagegen in den Braunkohlenablagerungen der Tertiärperiode sind vielfache Anhäufungen von solchen zu finden. Besonders sind hier nicht selten ganze Baumstämme — zu Friesdorf bei Bonn fand man im Braunkohlenlager einen aufrecht stehenden Tannenstamm von 11 Fuß Durchmesser mit 792 Jahresringen — und Zweige, deren Holz noch deutlich erkennbar ist und unter dem Mikroskope untersucht werden kann. Eine Abbildung von solchem Braunkohlenholze, welches durch die Doppelreihen seiner Tüpfel an die Eigenthümlichkeit der jetzigen Araucarien, welche letztere gegenwärtig einzig den Ländern der südlichen Halbkugel angehören, erinnert (Fig. 173), haben wir schon zur Erläuterung der Holzstruktur der Coniferen im

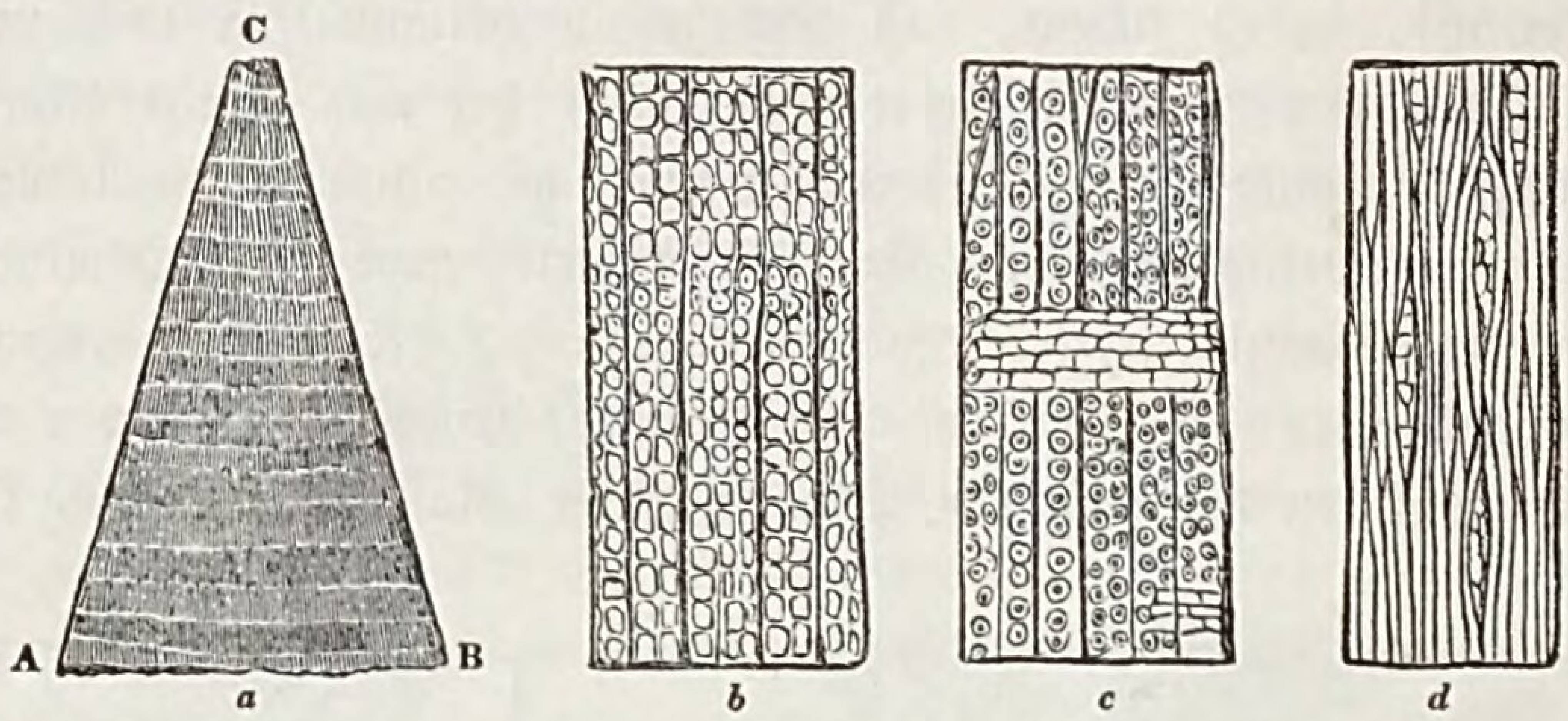


Fig. 173. Fichtenholz aus der Braunkohle nebst mikroskopischer Darstellung seiner Struktur.

Allgemeinen benutzt. Es ist solches Holz von Zapfenträgern durch seine unter dem Mikroskope wahrnehmbare Struktur leicht von allen andern Holzarten zu unterscheiden, indem es nie Spuren von Gefäßen zwischen seinen Prosenchymzellen zeigt. — Außerordentlich häufig war während der Tertiärbildungen die Bernsteinfichte (Pinus succifer), deren Harz, der bekannte schöne Bernstein, sich so wohl erhalten hat und theils noch in den Lücken der Braunkohlenholzstücke, theils in frei zwischen den Kohlenmassen verstreuten Brocken, ja oft sehr beträchtlichen Klumpen, in manchen Gegenden so massenhaft gefunden wird. Besonders die Braunkohlenformation Norddeutschlands ist reich an diesem fossilen Harze, und man gräbt es in mehreren Gegenden Preußens theils aus dem Sande, in welchem es eingeschwemmt liegt, theils sammelt man es an den Meeresküsten, wo die Fluthen es aus dem Untergrunde des Meeres herauswühlen und mit Tangen an die Ufer werfen. Der Bernstein ist fast noch unverändertes Harz, denn er enthält neben einem besondern ätherischen Oele, dem Bernsteinöle, welches ihn zur Räucherung tauglich macht, zwei verschiedene Harzarten und daneben, wahrscheinlich als Produkte einer begonnenen Vermoderung, ein Bitumen, aus Kohlen- und Wasserstoff bestehend, und eine Säure, die Bernsteinsäure. Die Bernsteinfichte muß in der Tertiärzeit weit verbreitet gewesen sein. Man findet in den Bernsteinmassen häufig wohl erhaltene Insekten und Theile anderer Pflanzen, welche uns manchen Aufschluß geben über die damaligen Wälder und ihre Bewohner. In den Tertiärperioden fanden sich die neuen Coniferengattungen, aber in völlig gegen früher veränderter Gesellschaft. Zahlreiche Samenpflanzen, großentheils von höherer Vollkommenheit als sie, hatten sich seit der Oolithformation mehr und mehr eingestellt; sie waren nicht mehr die Fürsten der Pflanzenwelt, seit Palmen ihre Laubgipfel in den Lüften wiegten. Mehr und mehr, so scheint es, wurden sie in die unfreundlicheren, kälteren Gegenden

der Erde zurückgedrängt, in denen ihre späten Nachkommen, die heutigen Zapfenträgerarten, die Schönheit des kurzen Sommers durch die lange Winterszeit nachträumen.

Rückblick.

Die Cykadeen und Coniferen zeichnen sich durch mehrere gemeinsame Merkmale vor allen übrigen Pflanzen aus. Die Bezeichnung „Polycotyledoneen" oder „vielsamenlappige" Gewächse ist sehr wenig geeignet, sie zu charakterisiren, da sie nur auf die Mehrzahl derselben, nicht aber auf alle Gattungen paßt. Würde man sie dagegen „polyembryonische" Pflanzen nennen, so wäre damit allerdings eine allgemeinere Eigenthümlichkeit bezeichnet, indem wirklich sowohl bei den Cykadeen, als auch bei sämmtlichen Coniferen die Entwicklung der Anlage zu mehreren Embryonen, von denen freilich immer nur einer ausgebildet wird, in einem Samen regelmäßig zu beobachten ist, und diese Polyembryonie keiner andern Pflanzenklasse zukommt. Kaum kommt ausnahmsweise etwas Derartiges mitunter bei einigen Dicotyledoneen vor, und nur die Citronen liefern uns aus dieser letzteren Klasse ein Beispiel regelmäßiger Entwicklung und sogar keimfähiger Ausbildung mehrerer Embryone in einem Samen, so daß wirklich aus einem Citronenkerne mehrere junge Pflanzen entstehen. — Man hat die Cykadeen und Coniferen auch mit dem Namen Gymnospermen, d. h. nacktsamige Pflanzen, bezeichnet. Wirklich sind diese beiden Klassen die einzigen, deren Samen ohne irgend welches schützende und einschließende Organ frei der äußeren Luft dargeboten sind. Bei allen anderen samentragenden Pflanzen ist der Stengeltheil, an welchem Samenknospen, sei es einzeln oder gruppenweise beisammen, entspringen, umschlossen von einem mehr oder weniger kapselartigen Behälter, welcher aus einem oder mehreren frühzeitig entwickelten, eigenthümlich mit ihren Rändern zusammenschließenden und bald zu einer grünen Hülse, bald zu einer steinigen Schale, bald zu einer fleischigen Obstfrucht sich umgestaltenden Blättern besteht. Man nennt dieses Behälters wegen, der die Samenkörner umschließt, alle samentragenden Pflanzen, im Gegensatze zu den nacktsamigen Cykadeen und Coniferen hüllsamig, und diese Benennung verdienen gemeinsam alle sämmtlichen Monocotyledoneen und Dicotyledoneen, mit Ausnahme der einzigen gymnospermischen kleinen Familie der Loranthaceen, zu denen keine andere bei uns einheimische Pflanze gehört, als nur die auf Zweigen von Obstbäumen so häufig schmarotzerisch wachsende Mistel (Viscum album).

Die Cykadeen besitzen nur sehr unvollkommene Blätter; wie die Laubfarren tragen sie dagegen in ihren Wedeln Zweige, welche blattartig und vollkommen zum Ersatze der Blätter geeignet sind. Dagegen sind diese Wedel eben sehr unvollkommene Zweige, dem Stamme sehr wenig ähnlich und nicht fähig, weitere Zweige zweiten Grades u. s. w. aus sich zu erzeugen. Die Coniferen besitzen ächte Zweige, welche zwar immerhin durch ihre in einer Ebene bleibende Verästelung und ihr begrenztes, weit hinter dem Stamme zurückbleibendes Wachsthum meistens noch sehr an die Wedel der Farren und Cykadeen erinnern, welche aber keineswegs,

wie jene, selber den Dienst von Blättern versehen, sondern mit ächten Blattorganen, den Nadeln, dicht besetzt sind. Bei einigen, den Föhren und ihren nächsten Verwandten, stehen solche, wirklich ausgebildete Blätter nur an den Spitzen der ganz kurz bleibenden Aestchen, welche am Umfange der Zweige entspringen, und die Zweige selbst tragen unmittelbar nur Spreublättchen oder lederige Schüppchen, welche uns die „Spreublättchen" der Laubfarrenwedel nochmals lebhaft ins Gedächtniß zurückrufen. Auch die Nadeln selbst sind immerhin nur in sehr geringem Grade zu dem Dienste vollkommener Blätter geschickt und werden im gewöhnlichen Leben kaum für solche angesehen. Durch ihre große Menge und die Beständigkeit derselben wird der Mangel einigermaßen ersetzt, welcher durch ihre verkümmerte Form bedingt ist.

Lange Perioden der Schöpfung verstrichen, während deren es auf der ganzen Erde keine vollkommenere, als wedeltragende und mit schmalen Nadelblättern versehene, nacktsamige Pflanzen gab. Erst während der Ablagerung der Jurabildung und der Kreideformation erschienen hüllsamige und mit ausgebreiteten Blättern versehene Monocotyledoneen und Dicotyledoneen, von welchen wieder die ersteren meistens in Erzeugung kolossaler Blätter (Palmen, Pisange) sich erschöpften, ohne sich erheblich zu verzweigen, während die letzteren endlich mit mäßigeren Blattformen, mit dem Stamme fast gleichkommenden Zweigen und vielfachen Verästelungen die mannigfaltige und fast unbegrenzte Entwicklungsfähigkeit erreichten, welche wir bei den belaubten Kronen unserer sommergrünen Waldbäume bewundern.

Uebersicht der hüllsamigen Pflanzen.

I. Klasse: **Einsamenlappige.** Monocotyledoneae.
II. Klasse: **Zweisamenlappige.** Dicotyledoneae.

I. Klasse. Die einsamenlappigen Pflanzen oder Monocotyledoneen.

Die sämmtlichen samentragenden Pflanzen, deren Stengel oder Stamm auf einem Querschnitte weder mehrfache einander umschließende Jahresringe von Holzbündeln (Prosenchym- oder Gefäßbündeln), noch überall eine solche ringförmige Anordnung der Holzbündel zeigt, und bei denen man folglich kein mittleres Markparenchym von einem äußeren Rindenparenchym zu unterscheiden vermag, gehören in diese Pflanzenklasse. Beispiele sind die Lilien und alle Zwiebelgewächse (Fig. 174), die Gräser (Fig. 182), die Binsen, die herrlichen Orchideen (Fig. 175) unserer Wiesen und unserer Treibhäuser, die Palmen und Pandanen (Fig. 176) u. s. w. Bei allen ist das Parenchym des Stengels oder Stammes von zahlreichen, vereinzelten Holzbündeln durchzogen, deren Anordnung keine bestimmte Gruppen auf dem Querschnitte erkennen läßt, sondern scheinbar völlig regellos zerstreut ist (Fig. 177). Man unterscheidet die Monocotyledoneen äußerlich leicht von den sämmtlichen Sporenpflanzen sowohl, als von den Gymnospermen; eben so leicht aber

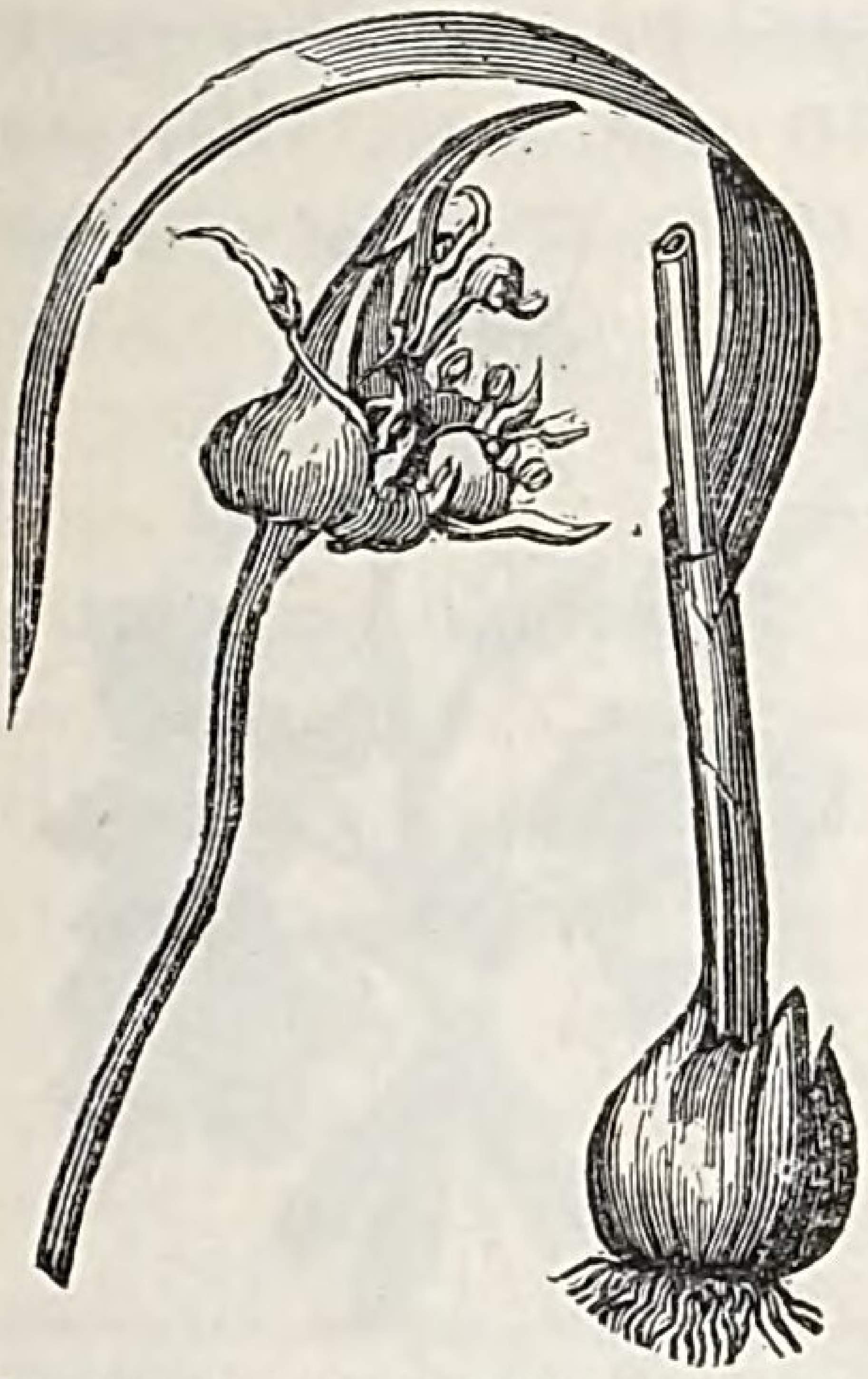


Fig. 174. Die Knoblauchpflanze (Allium sativum).



Fig. 175. Die Saleporchis (Orchis mascula).

1

2



Fig. 176. Zwei monocotyledonische Bäume, die zu zwei verschiedenen Familien gehören; der eine (1) zu der Familie der Palmbäume, der Kokosbaum (Cocos nucifera); der andere (2) zu der Familie der Pandaneen, der Baquois oder Vacoua (Pandanus odoratissimus). Der erste liefert ein Beispiel von einem einfachen, der zweite von einem ästigen Stamme. Man hat zwei menschliche Figuren an dem Fuße derselben angebracht, um ihre Höhe anzuzeigen.

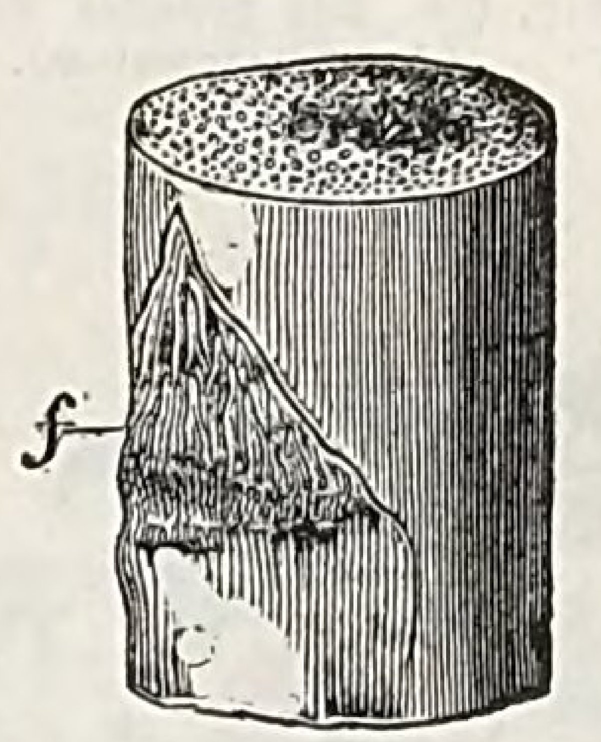


Fig. 177. Ein Stück eines monocotyledonischen Stengels — vom gemeinen Spargel (Asparagus officinalis) — wo die Punkte auf dem Schnitte die Gefäß- und Prosenchymbündel andeuten; *f* ein schuppenförmiges Blatt.



Fig. 178. Das italienische Hirsegras (Setaria Italica) mit parallelaaderigen Blättern.

auch von den Dicotyledoneen. Die Blätter derselben zeigen nämlich sogenannte Adern oder Nerven, d. h. Gefäß- und Prosenchymbündel, welche man als farblosere und oft auf der Unterseite erhaben hervorragende Linien leicht mit bloßem Auge äußerlich wahrnimmt, und welche alle mit dem Rande des Blattes ziemlich parallel gehen, und somit einen geraden oder schwach bogenförmigen Verlauf haben (Fig. 178), oder aber von einem oder mehreren, die Länge des Blattes durchziehenden Hauptbündel in einem Bogen sich abzweigend, als unter sich parallele Nebenbündel zum Blattrande verlaufen (Fig. 179), und dabei sich wenig oder gar nicht innerhalb des Blattes verästeln. Man könnte aus

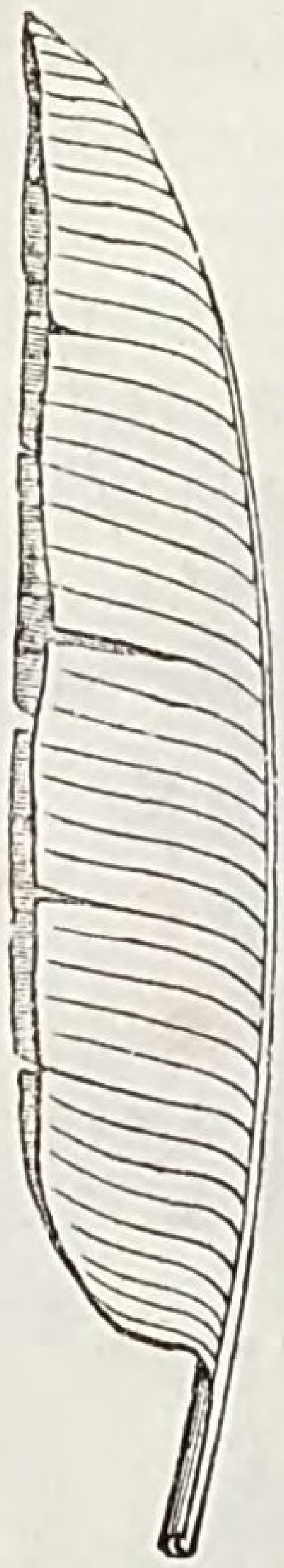


Fig. 179. Sehr verkleinertes Blatt von einem Bananenbaume (Musa paradisiaca) mit einem Hauptbündel, der Mittelrippe, und parallelen Nebenadern.

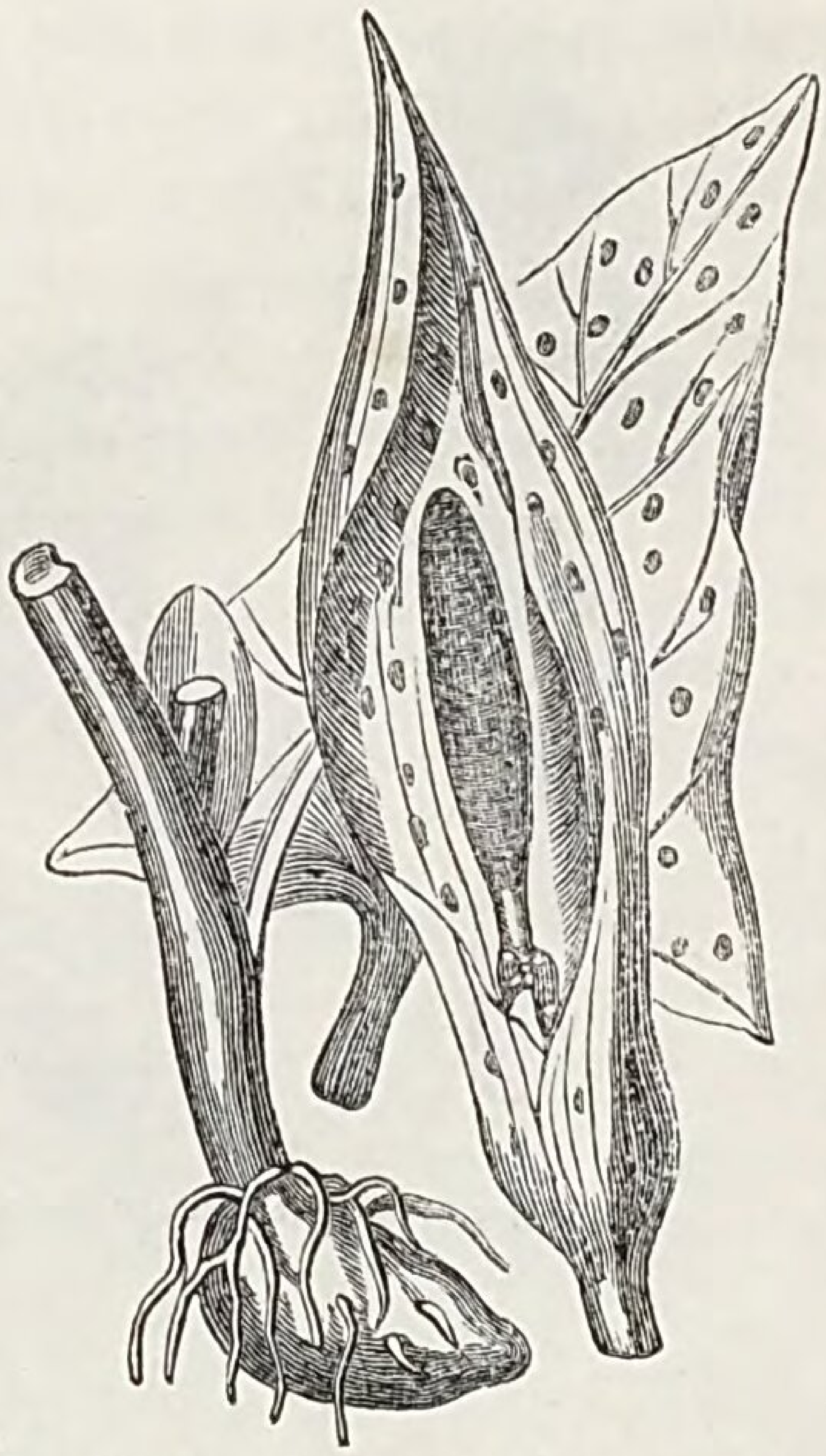


Fig. 180. Die gefleckte Aaronswurz (Arum maculatum).



Fig. 182. Das gemeine Feigwarzenkraut (Ficaria ranunculoides), eine dicotyledonische Pflanze mit netzaderigen Blättern.

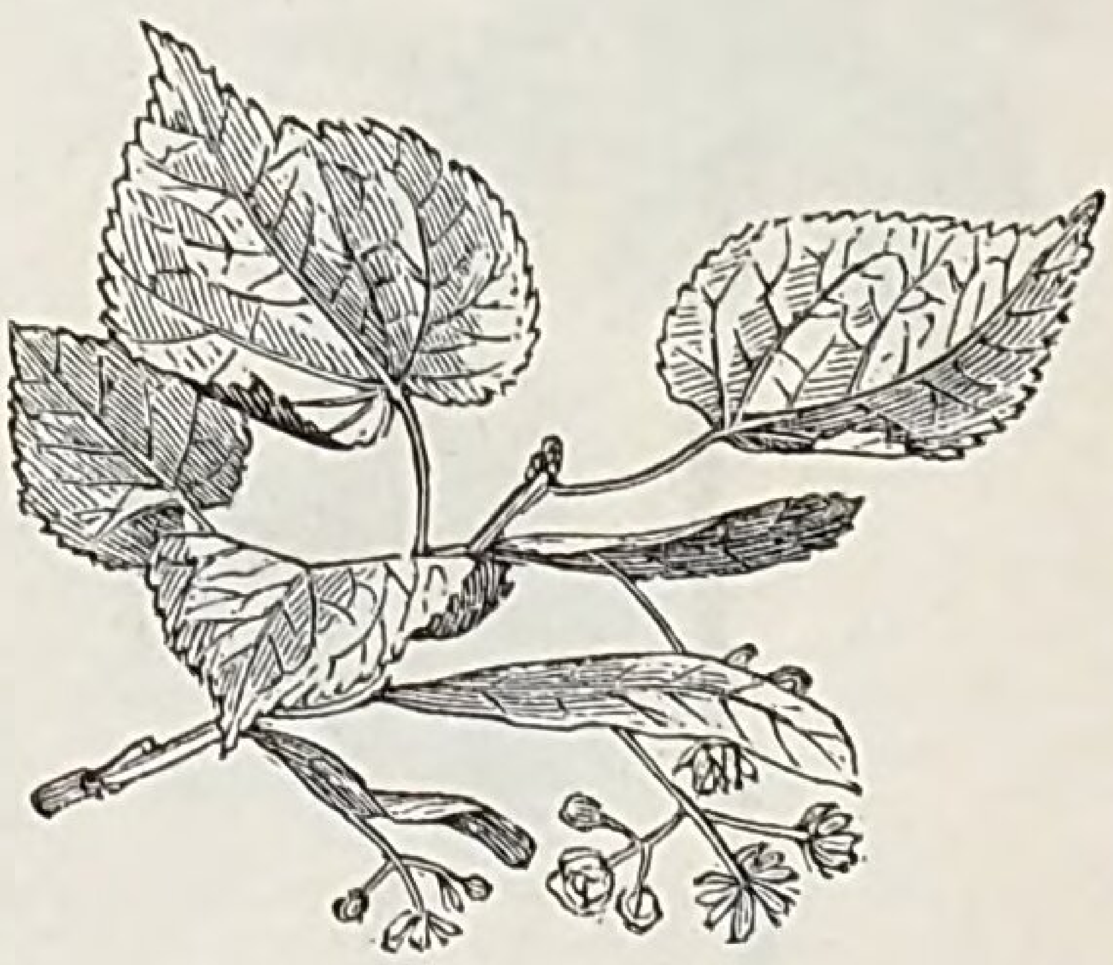


Fig. 183. Ein Zweig von einer Linde (Tilia europaea), ebenfalls dicotyledonisch und netzaderig.



Fig. 181. Die Igname oder Yamspflanze (Dioscorea sativa).

diesem Grunde die Monocotyledoneen auch Pflanzen mit „paralleladerigen" oder „parallelnervigen" Blättern nennen; doch machen die Aronartigen (Fig. 180) oder Kolbengewächse (Aroideae), die Maiblumenartigen (Smilaceæ), nebst den Ignamen (Fig. 181) oder Dioskoreen (Dioscoreæ) mehr oder minder eine Ausnahme, indem bei ihren Blättern die Adern sich in verschiedenartigen Richtungen verbreiten, sich verästeln und unter einander netzartig verbinden, wenn gleich selten in ähnlicher Weise, wie dieses bei den Dicotyledoneen oder zweisamenlappigen Pflanzen (Fig. 182 und 183) die stehende und nur wenige Ausnahmen einer mehr paralleladerigen Anordnung darbietende Regel ist. Die Benennung „einsamenlappige Pflanzen" oder Monocotyledoneen ist entnommen von der, allen Pflanzen dieser

Klasse gemeinsamen Eigenthümlichkeit, daß der Embryo ihres Samens nur eine deutliche Anlage eines Blattorganes, also nur einen Samenlappen (Cotyledon) besitzt (Fig. 184), während die Anlage zu einem zweiten Blattorgane äußerst gering (Fig. 185), oft selbst mikroskopisch noch kaum nachweisbar ist, bei der Keimung des Samens aber gleich als erstes vollkommenes Blatt entwickelt wird, welches spitz zusammengerollt aus der am Grunde des



Fig. 184. *

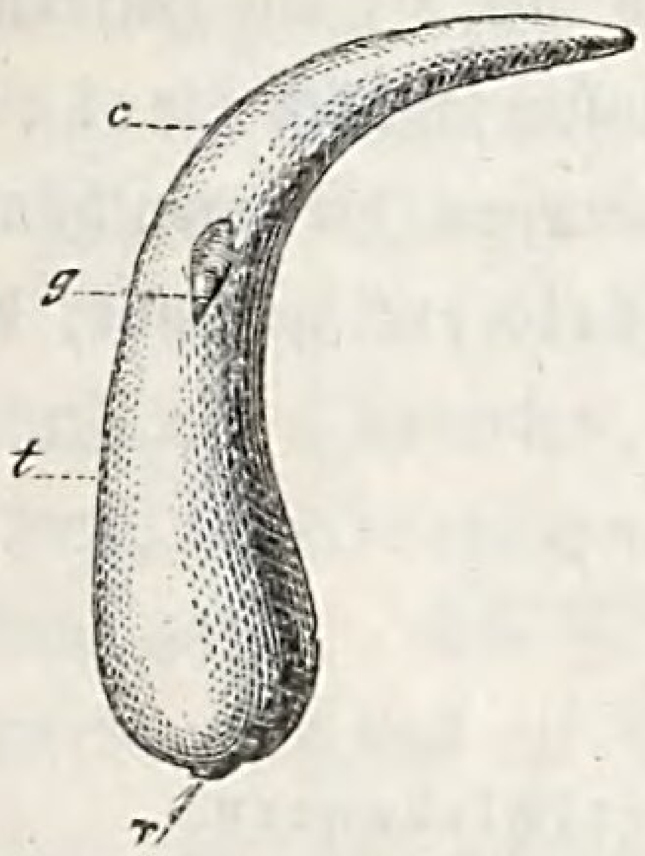


Fig. 185. **

* Die Bildung des spitzkeimenden Embryo vom Flußfluthkraute (Potamogeton perfoliatum), vergrößerte Darstellung. — E^1 Der Embryo ist eine einzige Zelle, durch deren fortwährende Vermehrung endlich die Form E^4 entsteht, wo *r* der fadenförmige Aufhänger, *c* die Anlage zu dem einzigen Samenlappen und *g* die Anlage zur Keimungsknospe andeutet.

** Der Embryo des Flußfluthkrautes (Potamogeton perfoliatum) völlig entwickelt, vergrößert. — *c* Der einzige Samenlappen; *t* der Stengeltheil des Embryo; *r* Wurzelkeim; *g* die Keimungsknospe, welche fast im Samenlappen verborgen ist.

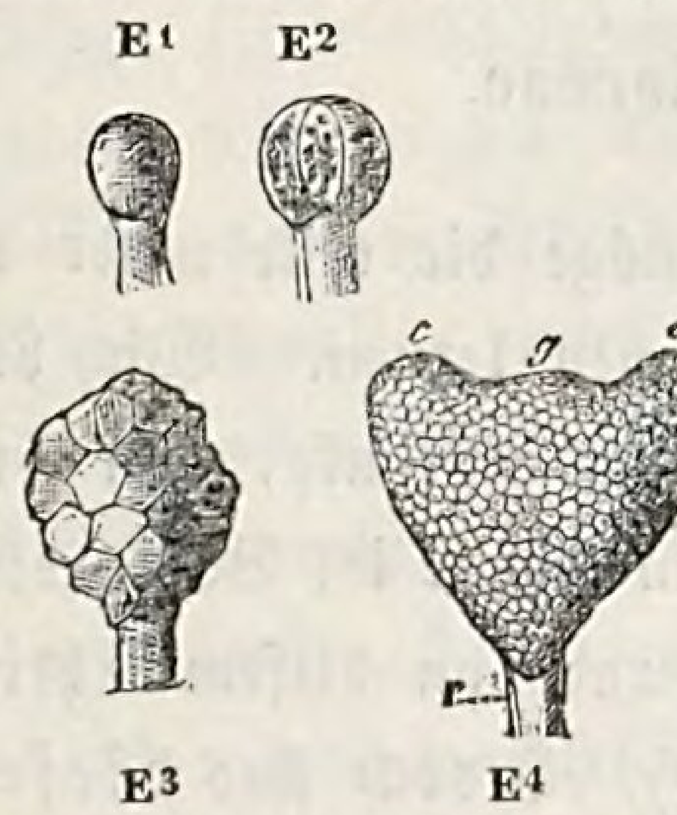


Fig. 187. Die Bildung des zweisamenlappigen Embryo einer Nachtkerze (Oenothera crassipes), vergrößerte Darstellung. *

* E^1 Der Embryo ist eine einzige Zelle, durch eine andere Zelle im Korpuskulum der Samenknospe, welche sich innerhalb des Fruchtknotens der Blüthe befindet, aufgehängt; E^2 der Embryo besteht aus drei Zellen; E^3 derselbe ist ein Zellenhäufchen; E^4 derselbe ist im Begriffe, die Samenlappen zu entwickeln: *r* Aufhänger; *cc* Samenlappen; *g* Keimungsknospe.

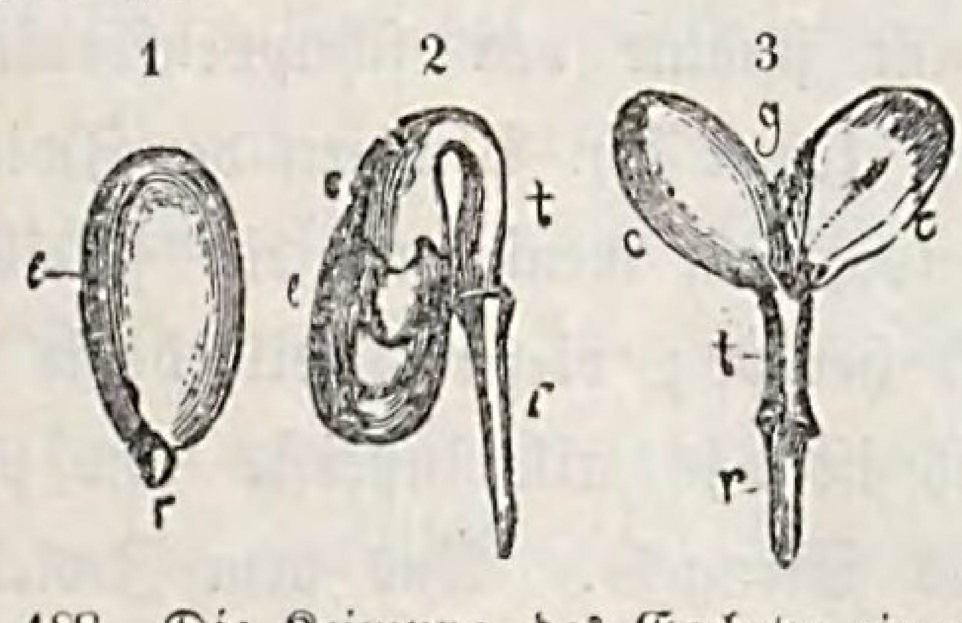


Fig. 188. Die Keimung des Embryo einer Akazie (Acacia julibrissin). *

* *e* Die Schale des Samenkornes; *r* Wurzel des Embryo; *t* Stengel; *cc* Samenlappen; *g* Keimungsknospe. — 1 Anfang der Keimung, wo das Würzelchen sich durch die aufgerissene Samenschale hervorstreckt; 2 die Samenschale hangt nur noch auf der Spitze der beiden Samenlappen; 3 die Keimung ist vollendet, die Samenschale gänzlich abgeworfen; aus der Keimungsknospe sind zwei wahre Blättchen entwickelt.

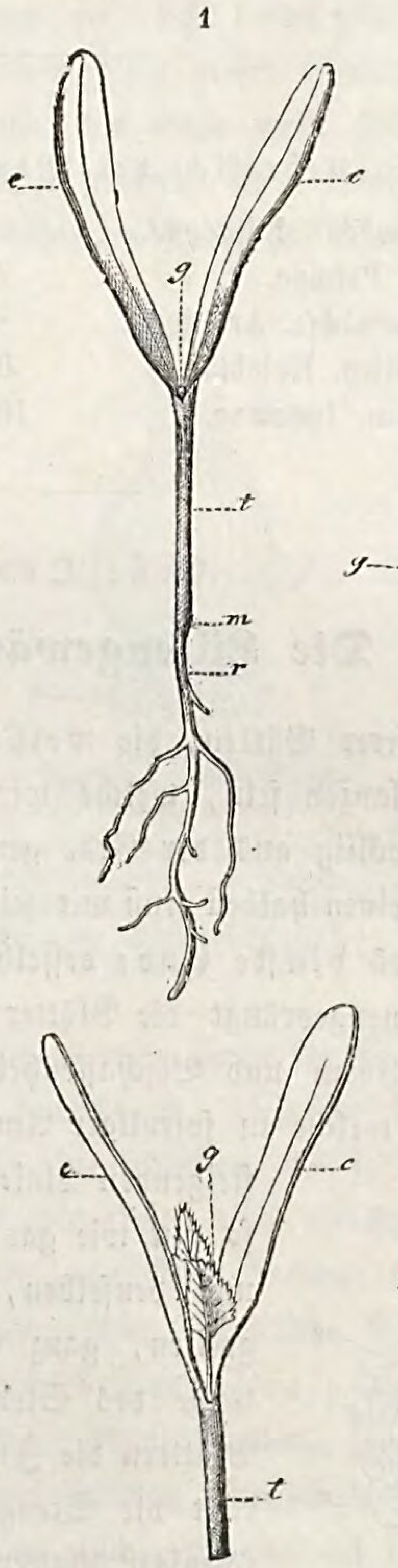


Fig. 189. **

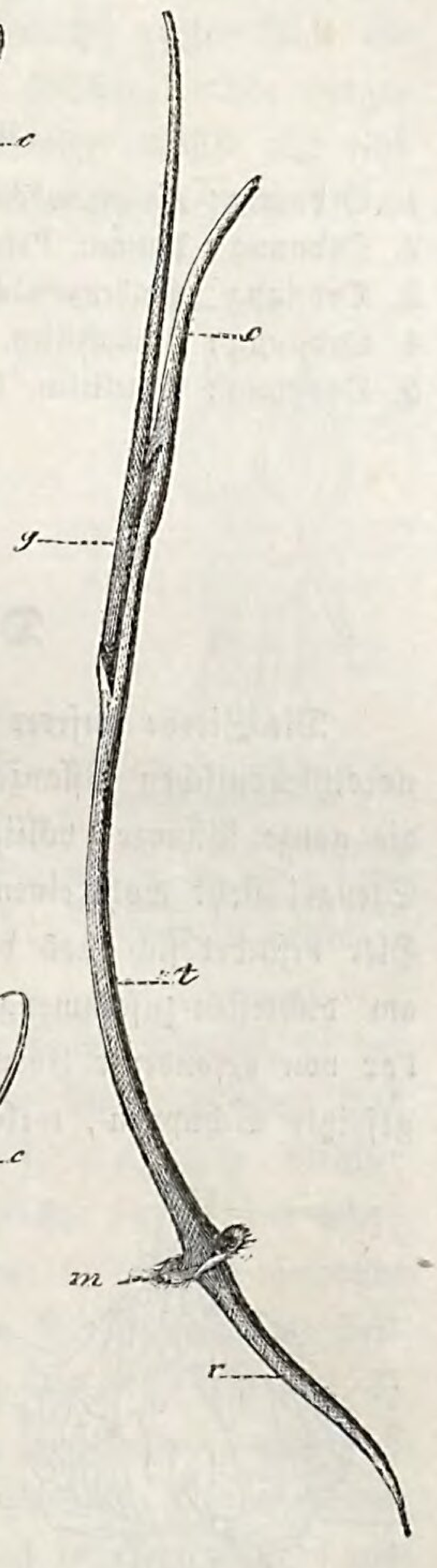


Fig. 186. *

* Keimung eines spitzkeimenden Embryo der Sumpfzanichellie (Zanichellia palustris), welcher dem des Flußfluthkrautes höchst ähnlich ist. — *c* Samenlappen; *t* Stengel; *r* Wurzel; *m* Hautlappen auf der Grenze zwischen Stengel und Wurzel; *g* das erste wahre Blatt.

** Die Keimung des dicotyledonischen Embryo einer Ahornart (Acer negundo). — *c*, *c* Samenlappen; *t* Stengel; *m* Grenze zwischen Stengel und Wurzel; *r* Wurzel; *g* Keimungsknospe. — Bei 1 hat die Keimung erst begonnen und ist vorzüglich die Wurzel erst entwickelt; bei 2 sieht man die beiden gleichzeitigen wahren Blättchen, welche aus der Keimungsknospe entsprungen sind.

Cotyledon befindlichen und von diesem fast ganz umschlossenen Keimungsknospe hervorbricht (Fig. 186). Bei den Dicotyledoneen oder zweisamenlappigen Pflanzen sind dagegen am Embryo bereits zwei Blattorgane (Fig. 187) deutlich zu erkennen, und bei der Keimung entwickeln sich aus der am Zusammenfügungspunkte dieser beiden Cotyledone befindlichen Keimungsknospe sogleich zwei vollkommene Blättchen auf einmal (Fig. 188 und 189). Man hat wegen der eigenthümlichen Keimungsweise die Monocotyledoneen auch wohl „Spitzkeimer" genannt, die Dicotyledoneen dagegen „Blattkeimer."

Uebersicht der Monocotyledoneen.

1. Ordnung: Liliengewächse. Liliaceae.	6. Ordnung: Grasgewächse. Glumaceae.
2. Ordnung: Palmen. Palmae.	7. Ordnung: Schwertlilien. Ensatae.
3. Ordnung: Kolbengewächse. Aroideae.	8. Ordnung: Wasseraloen. Hydrocharidinae.
4. Ordnung: Sumpflilien. Helobiae.	9. Ordnung: Bananengewächse. Scitamineae.
5. Ordnung: Graslilien. Juncinae.	10. Ordnung: Orchideen. Orchideae.

Erste Ordnung.

Die Liliengewächse. Liliaceae.

Die Zierde unserer Gärten, die weiße Lilie, möge die erste unter den monocotyledonischen Pflanzen sein, welche wir näher kennen lernen. Wir betrachten die ganze Pflanze, völlig aus der Erde genommen. Der schlanke, drei Fuß hohe Stengel steht wohl einen halben Fuß mit seinem unteren Theile im Boden verborgen. Hier befindet sich das dickste Ende desselben, und gerade an diesem Theile sitzen am dichtesten zusammengedrängt die Blätter (Fig. 190). Jedoch sind diese Blätter von besonderer Form und Beschaffenheit: dicke fleischige, farblose, stumpf zugespitzte Schuppen, welche in spiraliger Anordnung, aber auf einer so schwach ansteigenden Linie um diesen, während ihrer Entwicklung so gut wie gar nicht verlängerten, Theil der Axe stehen und denselben, indem sie dachziegelig über einander greifen, ganz verdecken. Man nennt dieses verdickte Ende des Stengels mit sammt den schuppenförmigen Blättern die Zwiebel. Unter den Blättern der Zwiebel ragt die Stengelaxe noch ein wenig als ein scheibenförmiger platter Wulst hervor; dieser Theil heißt der Zwiebelkuchen; es ist das alleräußerste und platt abgestumpfte Ende des Stengels. Aus dem Zwiebelkuchen entspringen die Wurzeln. Eine Hauptwurzel fehlt; die vorhandenen Wurzeln entspringen neben einander aus diesem untersten Theile des Stengels als Hülfs- oder Adventivwurzeln, im Allgemeinen jeder Entwicklung eines neuen Blattes am Stengel entsprechend eine Wurzel. Legt man die Zwiebel, aller

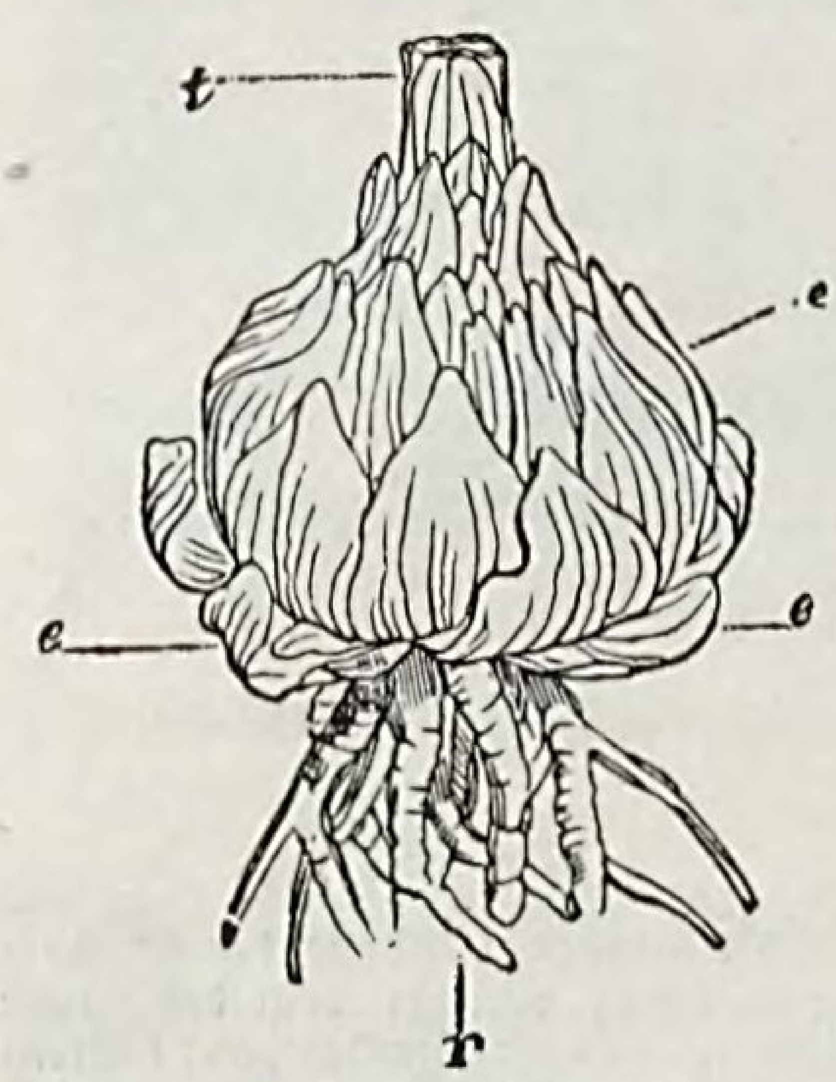


Fig. 190. Das untere Ende des Stengels der weißen Lilie, die Zwiebel genannt. *

* t Abschnitt des Stengels; e schuppenförmige, fleischige, farblose Blätter; r Adventivwurzeln, welche unmittelbar aus dem Stengelende, dem sogenannten Zwiebelkuchen, hervortreten.

Wurzeln beraubt, in den Boden, so zeigen sich nicht sobald, aus dem Gipfel der Zwiebel hervorbrechend, die ersten neuen Blätter, als auch schon aus dem Zwiebelkuchen die ersten neuen Adventivwurzeln hervortreten.

Die Zwiebelbildung ist eine Eigenthümlichkeit mancher monocotyledonischen Pflanzen, welche bei dicotyledonischen in so auffallender Weise niemals angetroffen wird. Besonders sind die Liliengewächse und unter diesen wieder vorzugsweise die zur *Familie der Affodille* (Asphodeleæ) gehörigen Tulpen, die Schachblumenpflanzen, die verschiedenen Lilienarten, die Lauchgattungen, Hyacinthen, Milchsterne, Squillen u. s. w., durch dieselbe ausgezeichnet, so daß sie daher den Namen „*Zwiebelgewächse*“ erhalten haben. Die Zwiebeln aller dieser Gewächse zeigen keine erheblicheren Unterschiede, als daß die Blätter der einen mehr fleischig, wenig ausgedehnt, schuppenartig, die der andern dagegen mehr oder weniger hautig und sehr ausgedehnt sind, so daß jedes Blatt in letzterem Falle fast die ganze Zwiebel umfaßt (Fig. 191); ferner, daß bei den einen die Stengelaxe unterhalb der Blätter kaum als eine flache Scheibe vorragt, während bei andern der Zwiebelkuchen ziemlich verlängert ist (Fig. 192). Mitunter verwachsen die fleischigen Zwiebelschuppen ganz mit einander, wie bei der *Kaiserkronenlilie*, deren Zwiebel dadurch ein fleischiger Knollen wird. Die Zwiebel ist, bevor dieselbe eine Stengelaxe hervorgetrieben hat, einer *Knospe* im höchsten Grade zu vergleichen. Doch würde man sehr irren, wenn man glauben wollte, der aus dieser Knospe hervorsprossende Stengel sei der emporgeschossene *Gipfelsproß* selber; keineswegs, vielmehr bleibt *dieser* stets ganz kurz und innerhalb der Zwiebelhülle eingeschlossen. Es ist ein Zweig, welcher sich aus der Achsel eines Zwiebelblattes entwickelt, und welcher durch seine übermächtige Entwicklung die Gipfelknospe ganz zur Seite drängt, so daß wir gewohnt sind, ihn selber als Stengel zu betrachten. Der eigentliche Gipfelsproß liegt stets innerhalb der Zwiebel seitlich neben dem aufgeschossenen *Zweigstengel* (Fig. 197, 2) und, während letzterer nur eine kurze Sommerszeit hindurch dauert und dann rasch abstirbt und sich aus der Achsel des Zwiebelblattes gänzlich loslöst, bleibt ersterer beharrlich in seiner langsamen Entwicklung und entsendet im folgenden Jahre aus einer höheren Blattachsel, und zwar meistens gerade auf seiner entgegengesetzten Seite, einen neuen Zweigstengel. So wächst der eigentliche Stock der Zwiebel zur Seite gedrängt unter dem Boden fort und, wenn gleich er immer mehr oder weniger innerhalb der Zwiebelschuppen bleibt und diese nur zur Seite ein wenig herausdrängt, so würde er doch allmählig fortrücken, wie man dieses besonders bei der *Zeitlose* (Fig. 193) recht wohl bemerken kann, wenn nicht die abwechselnde Erzeugung von Zweigstengeln auf der entgegengesetzten Seite dem langsamen Fortschritt nach der einen Seite wieder einen Rückschritt entgegenstellte. Man könnte

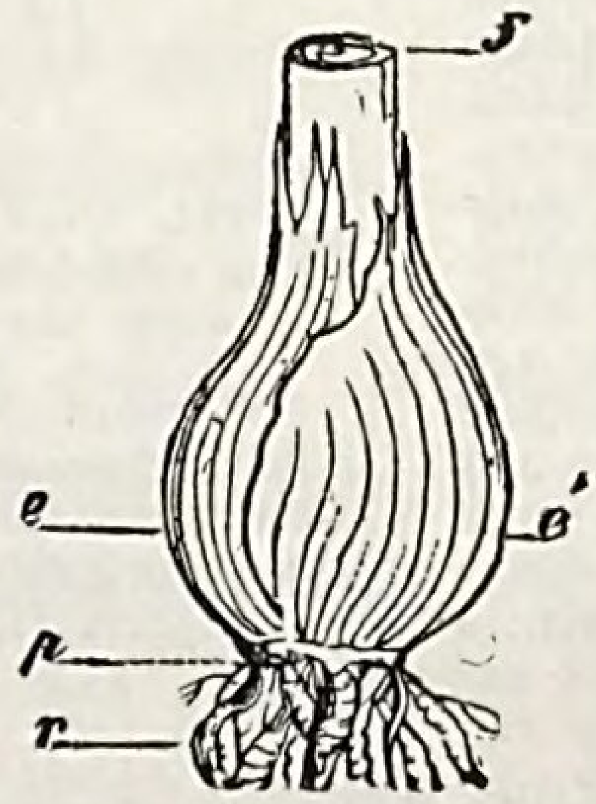


Fig. 191.
Die Zwiebel der Porrelauchpflanze (Allium porrum).*

* *f* Der von Blättern umhüllte Stengel; *e*, *e'* hautige Blattschuppen; *r* Wurzeln; *p* der obere Theil des Zwiebelkuchens.

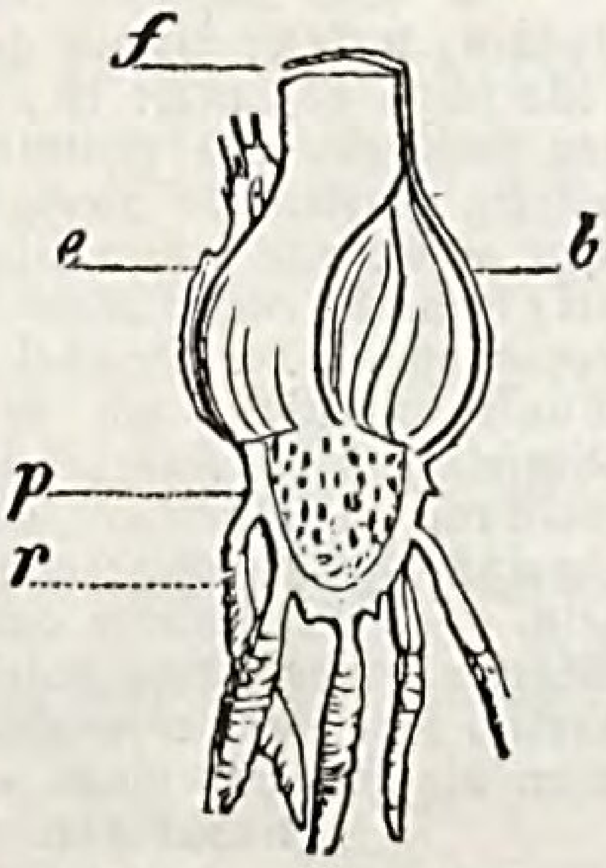


Fig. 192. Durchschnitt der Porrelauchzwiebel. *

* *f*, *e*, *p*, *r* Bedeutung wie bei Fig. 191; *b* der zur Seite gedrängte Gipfelsproß der Zwiebel.

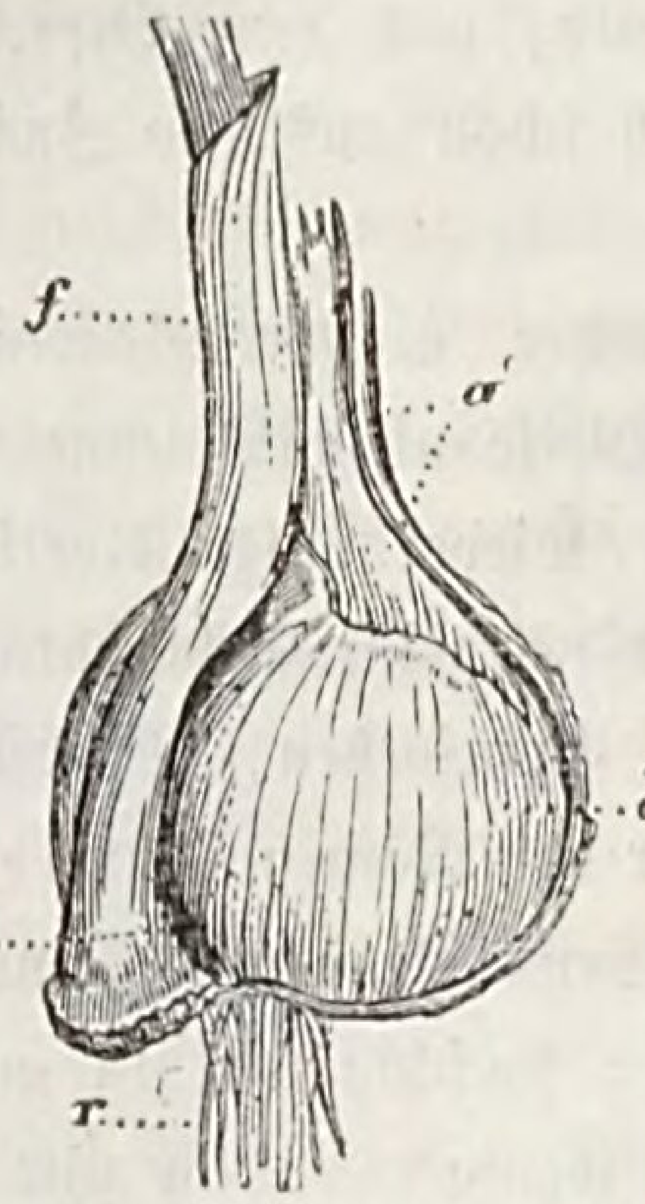


Fig. 193. Die Zwiebel der Herbstzeitlose (Colchicum autumnale). *

* a' Der Zweigstengel des vorigen Jahres, welcher bis auf geringe Ueberreste schon abgefault ist; a'' der Theil der Zwiebel, aus welchem der gegenwärtig vegetirende Zweigstengel, welchen man, von einem Blatte umhüllt, bei f bemerkt, entsprungen ist; a''' Ausbauchung an der Zwiebel, welche den Punkt andeutet, wo der eigentliche Gipfelsproß der Zwiebel liegt und aus welchem im folgenden Jahre ein neuer Zweigstengel hervorgehen wird; r Wurzeln. — Diese Zwiebel hat nur wenige Blätter, indem der Zwiebelkuchen innerlich sehr stark entwickelt ist, so daß man die Zwiebel wohl „dicht" genannt hat.

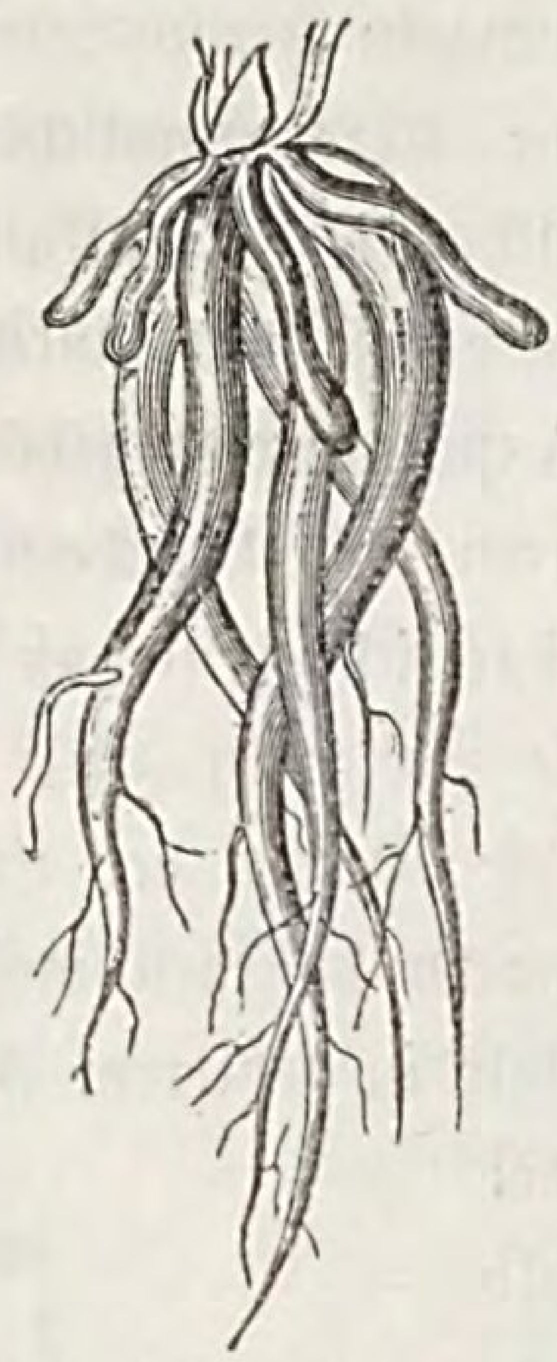


Fig. 194. Die Wurzeln des gelben Affodill (Asphodelus luteus.) *

* Man bemerkt die ersten, schon ziemlich ausgewachsenen Wurzeln, und rings um diese einen Kreis jüngerer, kleinerer.

aus diesem Grunde die Zwiebel einen unter dem Boden kriechenden Stock (Wurzelstock, Rhizom) nennen, welcher nie vom Flecke kommt.

Die äußeren Schuppenblätter der Zwiebel verfaulen allmählig, während immer neue Kreise innerhalb der ersteren gebildet werden. Die ersten Wurzeln befanden sich genau unter dem Mittelpunkte des Zwiebelkuchens, von einem engen Kreise anderer Würzelchen umgeben. Rings um diese entspringen in dicht anschließenden, aber doch immer allmählig weiteren Kreisen, fortwährend neue Wurzeln (Fig. 194), auch aus den Theilen des Zwiebelkuchens, welche oberhalb der bereits abgefaulten Schuppen liegen.

Der Zweigstengel, welcher im Frühlinge aus der Zwiebel aufschießt, beginnt seine Entwicklung immer schon im vorhergehenden Jahre. Jedoch bleibt er dann noch sehr kurz und treibt nur eine Anzahl von Blättern, welche man im Spätsommer und Herbste aus den Zwiebeln der weißen Lilie hervorbrechen sieht.

In den Achseln der Schuppenblätter entwickeln sich im Sommer und Herbste auch Achselknospen, welche nicht zu Zweigstengeln werden, sondern selber Zwiebeln sind. Man nennt sie Brutzwiebeln. Dieselben lösen sich, wenn sie eine bestimmte Größe erreicht haben, von der Mutterzwiebel los und werden dann selbstständige Pflanzen, indem sie an der Ablösungsstelle, welche nun als untere Fläche des Zwiebelkuchens der Brutzwiebel erscheint, Wurzeln hervortreiben. Die Brutzwiebeln befreien sich mit zunehmender Größe gänzlich von der Mutterzwiebel, indem sie die äußeren Schuppenblätter derselben auseinander drängen, wobei letztere auch verfaulen. Wir pflanzen unsere Zwiebelgewächse sehr allgemein durch Brutzwiebeln fort. Da nun die Brutzwiebeln ächte Zweigorgane sind, so sind alle unsere Zwiebeln welche nicht direkt aus Samen erzeugt worden sind, als Zweiglinge von ihrer Mutterpflanze zu betrachten. Theils wählt man das Mittel der Zwiebelbrut zur Fortpflanzung bei denjenigen Zwiebelgewächsarten unserer Gärten, deren Samen bei uns niemals reifen, theils bei solchen, deren Blüthen oder irgend welche andere Theile durch die Cultur, d. h. durch den Einfluß, welchen ein künstlich eigenthümlich gemengter oder besonders aufgelockerter Boden, ein besonders günstiger Standort oder sonstige sorgfältige Pflege auf die Pflanzen auszuüben vermögen, auf irgend eine Weise, sei es der Schönheit in Größe und Farbenpracht, oder dem Nutzen in

Masse und Beschaffenheit der Stoffe entsprechend, umgeändert worden sind, mit einem Worte, bei den durch die Cultur erzielten „Abarten" oder „Spielarten". Solche pflegen nämlich durch Samen ihre wichtigen Eigenthümlichkeiten nicht fortzupflanzen; sondern die aus ihrem Samen abstammenden Pflanzen nehmen meistens in der ersten oder doch in einer folgenden Nachkommenschaftsstufe die ursprüngliche Beschaffenheit der Stammart wieder an. Dagegen alle Theile einer Abartpflanze selbst behalten die Eigenthümlichkeit dieser, und somit kann man diese Eigenthümlichkeiten insbesondere durch Zweiglinge oder Brutzwiebeln fortpflanzen. Beruht nicht die Veredelung der aus Samen unserer Obstbäume gezogenen Wildlinge durch „Edelreiser" von veredelten Obstbäumen ganz auf derselben Grundlage? —

Zweigstengel entwickeln sich aus den Achselknospen der Zwiebel stets nur in einer gewissen Jahreszeit, bei uns im Frühlinge. An dem unteren Theile derselben stehen in der Zwiebel Schuppenblätter, welche in der Gestalt mehr und mehr von den eigentlichen Zwiebelschuppen abweichen, indem sie zungenförmig verlängert und an ihrem Grunde allein schuppenförmig, oberhalb desselben stark verschmälert, dann aber wieder ausgebreitet sind. Der letztere, ausgebreitetere Theil ragt aus dem Boden hervor und ist grün gefärbt, ein lanzettförmiges Lilienblatt. Der schmalere stielartige Theil ist im Boden verborgen und die grüne Farbe geht hier durch Gelbgrün in Gelb und endlich in Weiß über; der unterste schuppenartige Theil ist nur eine Ausbreitung des Blattstieles. Es ergibt sich hieraus, daß die Zwiebelschuppen sich zu den Blättern ähnlich verhalten, wie die Knospendecken der Tanne zu den Nadelblättern. Sie sind Blattstielblätter oder Phyllodien. — An demjenigen Theile, welcher aus dem Boden hervorragt, ist der Zweigstengel der Lilie ebenfalls mit Blättern besetzt. Hier aber, wo während der Bildung der Blätter die Stengelaxe sich verlängerte, sind die den Schuppen entsprechenden Theile mit den während ihrer Bildung entstandenen Verlängerungen der Internodien des Stengels unterhalb des Ursprungspunktes des Blattes verschmolzen (angewachsen), und das eigentliche Blatt sitzt daher, während der Stengel durch die herablaufenden Blattstieltheile kantenartige Wulstlinien besitzt, unmittelbar an letzterem selbst. Man nennt solche Blätter sitzende Blätter. Dieselben verrathen deutlich eine Anordnung auf mehreren Spirallinien, rings um den Stengel. Je weiter dieselben vom unteren Theile des letzteren entfernt stehen, desto mehr nehmen sie eine schmale, parallelrandige, sogenannte „linienförmige," Gestalt an, und bleiben dabei überhaupt kleiner. Am obersten Theile des Stengels aber ist die Kürze auffallender, als die Schmalheit; die kleinen Blätter haben dort eiförmig lanzettliche Umrisse.

Ein Zweigstengel — man nennt einen solchen auch wohl einen Schaft (scapus) — erreicht immer nur eine bestimmte Größe, mit welcher sein begrenztes Wachsthum endigt. Derselbe ist an seinem unteren Theile ganz unverzweigt. Dagegen oben entspringt aus demselben eine Anzahl von Aesten, welche einen Strauß bilden. Jeder von diesen trägt, sowie der Gipfel des Zweigstengels selber, nur ganz geringe Blättchen, welche an seiner Länge zerstreut stehen; dagegen ist der Gipfel eines jeden gleich bei seinem ersten Erscheinen von einigen zusammengelegten Blättern umhüllt, welche, während die Axe, auf welcher sie stehen, sich unterhalb ihnen verlängert, fortwährend wachsen, ohne daß dabei zugleich der Theil

der Axe, um welchen sie entsprungen sind, eine Längenausdehnung erführe. So bleiben sie dann alle auf fast ganz gleicher Höhe stehen und bilden eine auffallend große Gipfelknospe auf jedem Aste. Solche, den Gipfel einer Axe umschließende Knospen, deren Blätter die volle Größe erreichen, ohne durch Internodien der Axe auseinander gerückt zu werden, heißen Blumenknospen. Nachdem dieselben bei der Lilie eine gewisse Größe erreicht haben, verändern die Blätter derselben ihre Haltung; sie neigen sich auswärts und man bemerkt nun, daß nicht bloß drei Blätter, welche man äußerlich wahrnehmen konnte, jede Blumenknospe bilden, sondern daß von diesen dreien noch drei andere zunächst umschlossen waren. Man nennt die drei äußeren Blätter Kelchblätter, weil sie zusammen wie ein Becher oder Kelch den inneren Theil der Blumenknospe umschlossen; die drei inneren Blätter dagegen werden insbesondere Kronenblätter genannt. Letztere stehen um ein Weniges, aber kaum bemerkbar, höher an der Axe der Knospe, als die Kelchblätter und mit diesen abwechselnd, so daß je zwischen zwei Kelchblättern, wenn diese sich auseinander neigen, jedesmal eines der drei Kronenblätter zum Vorscheine kommt. Die Kelchblätter erscheinen äußerlich an der Knospe anfangs weißlich grün; aber je mehr die Blumenknospe sich ausbildet, je mehr verschwindet das Grün und das Weiß wird vorherrschend. Wenn nun die Kelchblätter und die Kronenblätter sich auseinander neigen, d. h. wenn „die Blume aufbricht", so sieht man, daß die innere (obere) Seite der Kelchblätter, sowie beide Seiten der Kronenblätter, völlig schneeweiß ist; auch die äußere Seite der Kelchblätter wird vollends schneeweiß. Alle sechs Blätter, von lanzettlichem Umrisse, krümmen sich, wie der Rand einer Glocke, auswärts, indem die innere Seite derselben sich stärker ausdehnt, als die äußere. Die Blume ist nun offen (Fig. 195). Man sieht in derselben die Verlängerung der Axe, um welche die Blätter befestigt sind, eigenthümlich gestaltet, und noch innerhalb des doppelt dreizähligen Kreises der Blätter stehen um das in der Blume hervorragende Axenende sechs Blattorgane von einer ganz besonderen Form. Dieselben erscheinen nämlich als fadenförmig schmale, weiße Stielchen, deren jedes auf der Spitze ein walzig eiförmiges querbalkenähnlich darauf hangendes, gelbes Knöpfchen trägt (Fig. 196). Man nennt diese sechs Blättchen die Staubfäden (Stamina), die fadenartigen Theile Filamente oder Träger,

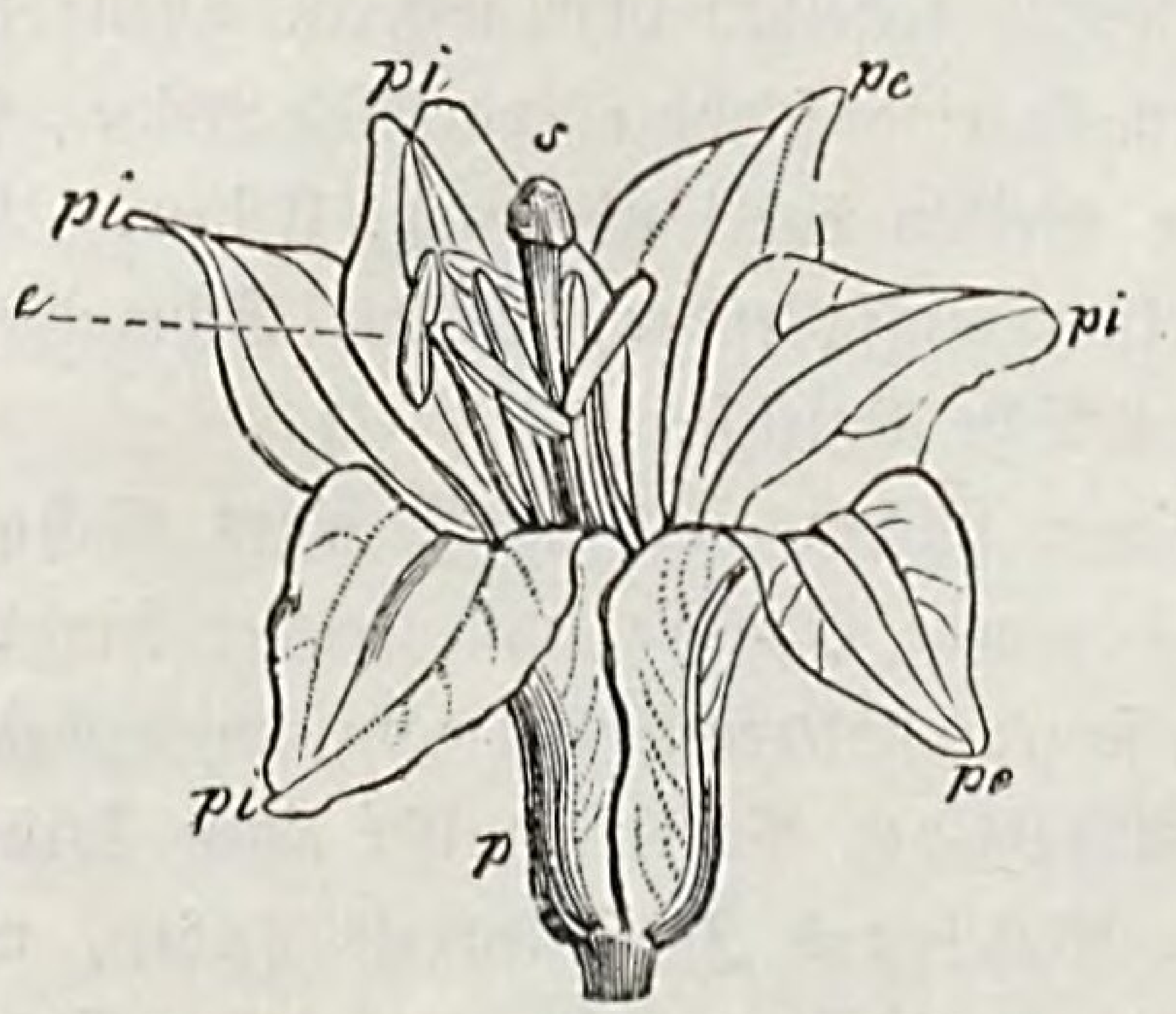


Fig. 195. Die Blume der weißen Lilie (Lilium candidum).*

* *p* Der untere Theil der Blume, wo die Blätter noch theilweise die Lage, welche sie vor dem Aufblühen hatten, (die „Knospenlage") beibehalten haben; *pe* die drei Kelchblätter; *pi* die drei Blumenblätter; *s* das Gipfelende der Blumenaxe; *c* die Staubbeutel, auf den Trägern befestigt.

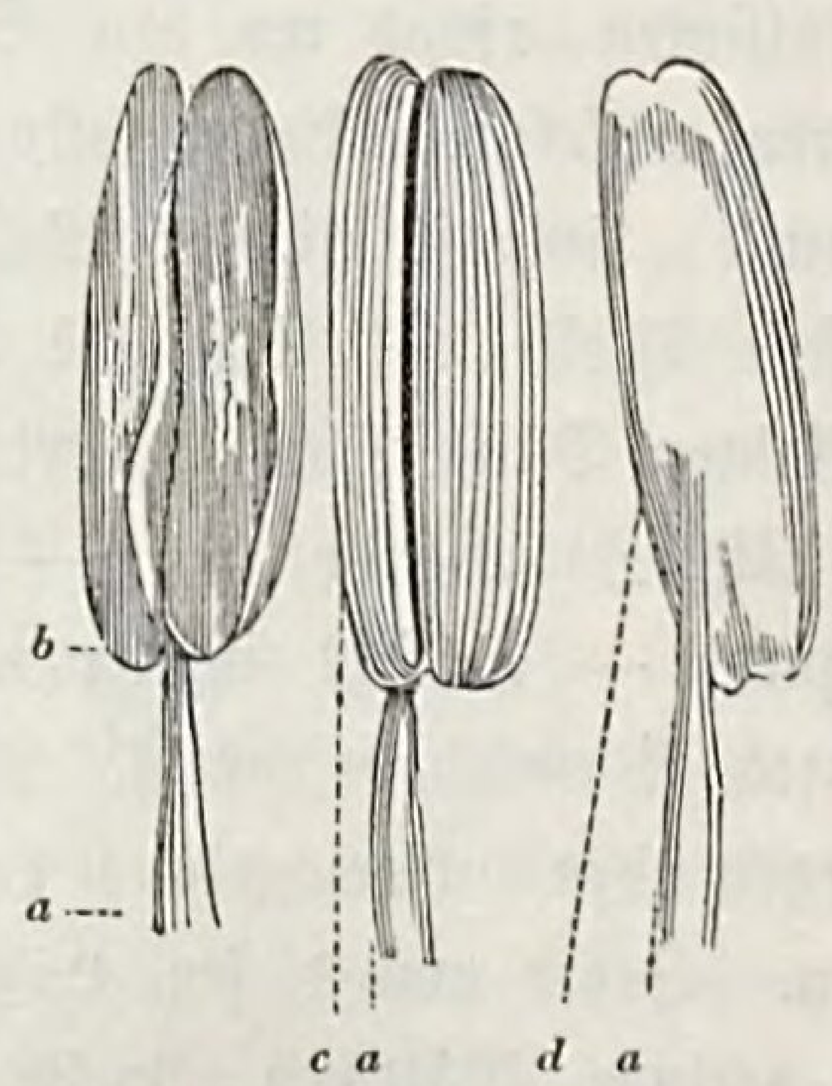


Fig. 196. Die Staubbeutel oder Antheren der weißen Lilie auf den Trägern. *

* *a* Anthere; *b* Träger oder Filament.

die erwähnten Knöpfchen aber Staubbeutel oder Antheren. Drei derselben stehen an der Axe gerade vor den drei Kelchblättern, aber ein wenig, wenn gleich kaum bemerkbar, höher als die Kronenblätter; die drei anderen stehen noch etwas höher und entsprechen gerade den drei Kronenblättern. Es sind alle Blattorgane der Blume geordnet auf unmerklich ansteigenden Spirallinien, und die Ansatzpunkte der Organe jeder von diesen Spiralen entsprechen allemal genau den Zwischenräumen der Organe der nächst niederen Spirale. Nie steht eines dieser Organe unmittelbar in der Achsel eines Organes der nächst niederen Spirale. Es erleidet also die Regel, welche wir schon mehrfach bestätigt fanden, daß nie ein Blattorgan in der Achsel eines Blattorganes stehen kann, auch hier keineswegs eine Ausnahme. Was wir zuvor als das Axenende der Blume bezeichneten, der die Mitte der Blume einnehmende Körper, welchen man den Stempel oder das Pistill (pistillum) nennt, ist an seinem unteren Theile, unmittelbar über dem Ansatzpunkte der Staubfäden, ziemlich dick und dreikantig, mit einer Längsfurche auf jeder Seitenfläche; man nennt diesen Theil, welcher grün erscheint, den Fruchtknoten. Der Gipfel des Fruchtknotens trägt aber noch einen dünneren, mehr abgerundeten, aber auch deutlich die drei Furchen zeigenden, gelbröthlichen Fortsatz, welcher Griffel genannt wird und oben in ein knopfförmiges Ende, die Narbe, ausläuft (s. Fig. 195). Der Stempel (Fig. 197, 3) besteht aus drei ganz nahe über den Staubfäden entspringenden und in ihrer Stellung den drei Kelchblättern und den drei unteren Staubfäden entsprechenden Blattorganen, welche mit ihren Rändern und Spitzen mit einander vereinigt sind. Die drei Längsfurchen am Fruchtknoten und Griffel bezeichnen diese Vereinigung, und die Narbe zeigt durch drei in ihrem Mittelpunkte zusammentreffende Furchen, welche mit jenen übereinstimmen, deutlich die drei Spitzen jener verwachsenen Blattorgane an. Das wirkliche Axenende des Astes, auf welchem die Blume steht, endigt innerhalb des Fruchtknotens (Fig. 197), wo man es auf einem Längenschnitte deutlich bemerken kann, und somit ist dasselbe von den drei Stempelblättern völlig umschlossen und durch die Zusammenwachsung derselben in seiner Fortentwicklung gehindert. Es bekommt hier den Namen des Samenträgers, weil es seiner ganzen Länge nach mit drei Reihen von Samenknöspchen besetzt ist, welche man auf dem Durchschnitte des Fruchtknotens als mohnsamengroße weiße Körperchen bemerkt. Die zusammengewachsenen Ränder der drei Stempelblätter sind an ihren Vereinigungslinien einwärts gebogen und springen bis an den Samenträger in das Innere des Fruchtknotens hinein, so daß dieser nun als ein dreifächeriger Behälter erscheint. Die Samenknöspchen stehen an dem Samenträger so, daß in jedes Fach eine doppelte Reihe derselben hineinragt. Das Ganze des Fruchtknotens heißt, wenn der Same darin sich entwickelt, die Frucht. Man nennt daher die Stempelblätter auch wohl Fruchtblätter oder Karpelle (carpella).

Daß nicht allein die anfänglich wirklich grünlichgefärbten Kelchblätter und die mit diesen später so gänzlich übereinstimmenden Kronenblätter, sondern auch die Staubfäden und die Karpelle als Blattorgane zu betrachten seien, wie dies auch bei den Zwiebelschuppen der Fall war, solches ist theils aus der bei allen diesen Organen ganz übereinstimmenden Entwicklungsweise nachweisbar, theils ergibt es sich durch besondere Zufälligkeiten. Mitunter nämlich nimmt ausnahmsweise schon eines der am Stengel zerstreut stehenden Blätter, nämlich ein solches, welches

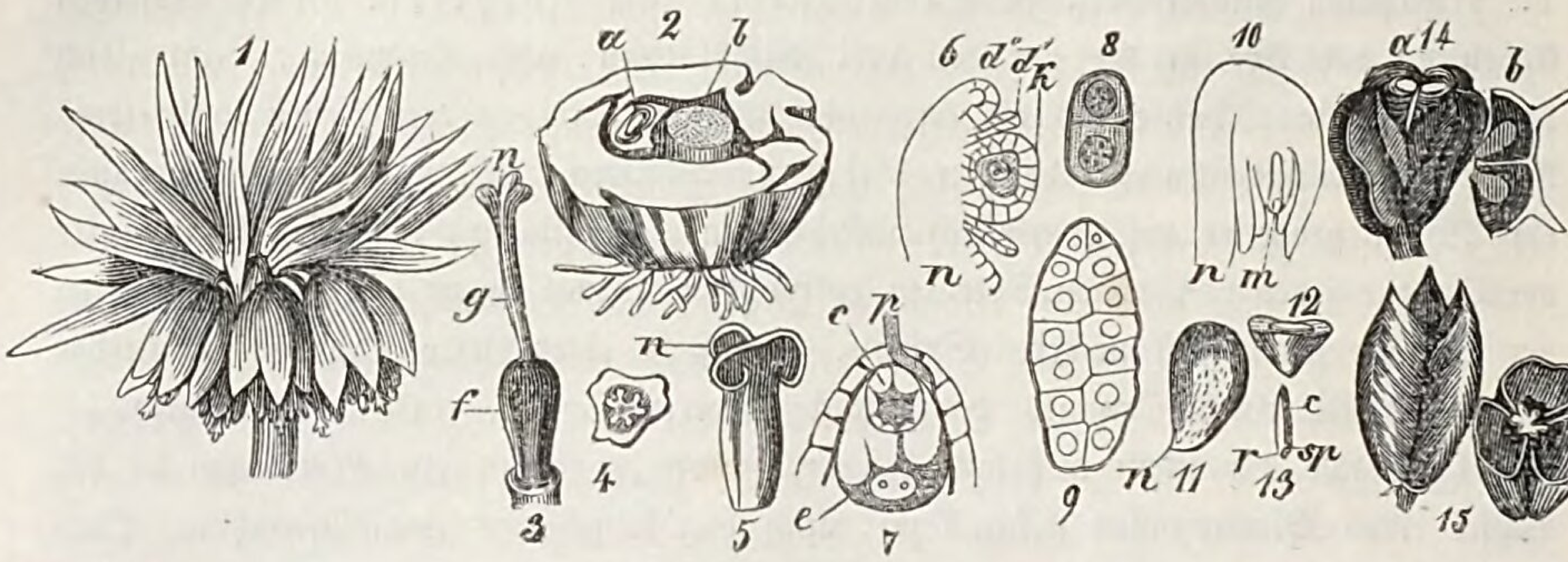


Fig. 197. Die Kaiserkronenlilie (Fritillaria imperialis) und die Entwicklung ihres Samens. *

* 1 Der Gipfel des Zweigstengels mit einem Schopfe von Blättern, zwischen welchen die herabhangenden Blumen entspringen. — 2 Die Zwiebel durchschnitten; die Zwiebelschuppen sind mit einander verwachsen; *a* die zur Seite gedrängte Gipfelknospe der Zwiebelaxe; *b* der mit durchschnittene Zweigstengel. — 3 Der Stempel auf dem Gipfel des Blumenstieles, von welchem die Blumenblätter und Staubfäden abgenommen sind; *f* Fruchtknoten; *g* Griffel; *n* dreispaltige Narbe. — 4 Querdurchschnitt des Fruchtknotens, etwas vergrößert; man bemerkt drei durchschnittene Paare von den Samenknöspchen, welche reihenweise übereinander an dem Mittelsäulchen stehen. — 5 Der Stempel einer Tulpe (Tulipa Gessneriana) zur Vergleichung hier mit dargestellt; der Griffel ist hier nicht entwickelt, die blattartig dreitheilige Narbe *n* scheint daher unmittelbar auf dem Fruchtknoten zu sitzen. — 6 Vergrößerter Durchschnitt eines Samenknöspchens aus dem Fruchtknoten (4), welches angefangen hat, sich zu wenden; *n* der schon zum Nabelstrange verlängerte Knospengrund; *k* Knospenkern oder Kernwärzchen, in welchem schon das Keimsäckchen angedeutet ist; *d'* erste Samendecke; *d''* zweite Samendecke. — 7 Die Kernwarze des Samenknöspchens (6, *k*) zur Zeit der Befruchtung, noch stärker vergrößert; *p* Pollenschlauch, welcher schon bis zum Keimsäckchen eingedrungen ist; *e* Keimsäckchen mit Cytoblastem und einzelnen Zellen gefüllt; *c* Korpuskulum, ebenfalls Cytoblastem und Zellen enthaltend, in welchen schon wieder Cytoblasten sichtbar sind. — 8 Das Korpuskulum (7, *c*), in welchem sich zwei große Zellen gebildet haben, deren eine den Vorkeim und Aufhänger bilden wird, während die andere sich zum Keimling entwickeln soll. — 9 Dasselbe Korpuskulum von dem schon aus vielen Zellen bestehenden Embryo völlig gefüllt. — 10 Durchschnitt des befruchteten und völlig gewendeten Samenknöspchens; *n* Nabel; *m* Mikropyle. — 11 Das reife Samenkorn in natürlicher Größe; man erkennt äußerlich schon den Umfang des Endosperms in der schwammig verdickten äußeren Samenschale. — 12 Querschnitt des reifen Samenkorns; man bemerkt den Durchschnitt des Endosperms. — 13 Der Keimling, etwas vergrößert; *c* Cotyledon; *r* Axenorgan; *sp* die Keimungsspalte, unter welcher vom Cotyledon umschlossen das Keimknöspchen liegt. — 14 Der halbaufgesprungene reife Fruchtknoten, $1/4$ d. nat. Gr.; man bemerkt die Samenreihen am Mittelsäulchen unterhalb *a*; *b* Querschnitt einer der drei Klappen, als Beispiel des fachspaltigen Aufreißens der Frucht. — 15 Der halb aufgesprungene reife Fruchtknoten der Herbstzeitlose (Colchicum autumnale) nebst nebenstehendem Querschnitte, als Beispiel des scheidewandspaltigen Aufreißens der Frucht.

ganz nahe unter der Blume entspringt, ganz die Beschaffenheit eines Kelch- oder Blumenblattes an. Wir nennen eine solche ungewöhnliche Ausbildung eine Mißbildung. Hienach wären denn in gewissem Sinne alle Blumenblätter mißgebildete gemeine Blätter. Es ist aber diese Erscheinung bei den Kelch- und Blumenblättern eine regelmäßige, und wir würden uns über dieselben richtiger ausdrücken, wenn wir sagen, es seien dieselben Blätter, welche, sei es zu einem besonderen Zwecke, oder in nothwendiger Folge besonderer Entwicklungsverhältnisse der Pflanze, eine so außerordentliche Beschaffenheit, sowohl in der Form, als im Gewebe angenommen haben. Wir werden in der That solche besondere Zwecke und Entwicklungsverhältnisse bei der Blume entdecken. — Ebenfalls durch Mißbildung nehmen ausnahmsweise mitunter die Staubfäden nicht die ihnen regelmäßig zukommende und ebenfalls einem besonderen Zwecke und besonderen Verhältnissen des Entwicklungsganges zuzuschreibende, eigenthümliche Form an, sondern erscheinen mehr oder weniger in der Form der Blumenblätter, ja mitunter diesen so völlig gleichend, daß die Blume wenige oder gar keine Staubfäden, sondern anstatt deren so viele Blumenblätter mehr besitzt, als Staubfäden an der gewöhnlichen Zahl fehlen. Die Blume ist dann mehr oder weniger „doppelt" oder „gefüllt", was übrigens bei der weißen Lilie ziemlich selten vorkommt. Bisweilen ist der untere Theil, das Filament, der eigentliche Faden, einem Blumenblatte ähnlich, während an der Spitze

der Staubbeutel, mehr oder weniger mißgestaltet, noch ziemlich deutlich zu erkennen ist. Hienach ergibt sich, daß die Filamente und die Blumenblätter nicht mit dem freien Theile der am Stengel zerstreut stehenden grünen und eigentlichen Blätter zu vergleichen sind, sondern vielmehr, wie die Zwiebelschuppen, mit den Blattstieltheilen. Auch sie sind nur Phyllodien. Denn an der Spitze der vollständigen Blätter könnte nicht noch ein besonderes Organ, wie die Anthere ist, entsprungen sein, da ja die Zellen an der Spitze des Blattes keiner Weiterentwicklung fähig sind. Obendrein aber ist der Staubbeutel selber hier eben so gut, wie bei den Coniferen als ein Blatt zu betrachten. Auch ist es ganz begreiflich, daß in der Blume, wo die Axe, an welcher die Blätter entspringen, sich unterhalb der Ursprungspunkte derselben nicht mehr verlängerte, die Blattstiele, ebenso wie bei der Zwiebel, nicht mit der Axe verwachsen sein können, sondern über den Ursprungspunkt sich hervorgeschoben haben müssen. Sahen wir doch bei der Tanne ebenso an den sich verlängernden Frühlingstrieben die Blattstiele unterhalb der Nadeln als angewachsene Wulste an dem Stengel herablaufen, während an den Knospen dieselben Theile die blattartigen Knospendecken bildeten. In letzterem Falle fanden wir nur ausnahmsweise eine Nadel, die auch in diesem seltenen Falle obendrein verkümmert zu sein pflegte, auf der Spitze der Knospendecke. So ist auch die Anthere auf der Spitze des Filamentes ein verkümmertes Blatt, das Filament selbst ein eigenthümlich gestalteter Blattstiel, das Blumen- und Kelchblatt ebenfalls ein blattartiger Blattstiel, aber ganz ohne eigentliches Blattanhängsel. — Die Karpelle oder Fruchtblätter, welche den Stempel darstellen, zeigen ihre Blattnatur sehr deutlich bei der Reife des Samens. Sie trennen sich nämlich dann von einander (Fig. 197, 14) und erscheinen nun so vollkommen als Blätter mit einwärts gebogenen Rändern, daß jede weitere Erörterung über dieselben unnöthig ist. Der Griffeltheil derselben entspricht den Antheren, entspricht somit den freien Theilen der Stengelblätter; denn dieser Theil vertrocknet lange vor der Samenreife und löst sich vom Fruchtknoten ab, wie die Nadeln der Coniferen von ihren Stielwulsten, oder von den Knospendecken, und der zurückbleibende Theil der Karpelle ist also zu vergleichen mit den letzteren; es sind wiederum Phyllodien.

Axenorgane ohne Verlängerung unterhalb der Ursprungspunkte der Blattorgane sind dicht besetzt mit mehr oder weniger schuppenartigen Blattstielblättern oder Phyllodien — Knospen, Zwiebeln, Blumen. Axenorgane mit Verlängerung unterhalb der Ursprungspunkte der Blattorgane sind zerstreut besetzt mit ächten Blättern, deren Phyllodien mehr oder weniger mit dem Axenorgane selbst verschmolzen sind.

Die verschiedenen Umgestaltungen, unter welchen die beiden Grundorgane der Pflanze, die Axenorgane und Blattorgane, im Verlaufe der Entwicklung vom Keimling bis zur samenreifen Pflanze erscheinen können, und welche wir im Obigen als das Ergebniß eines einfachen Gesetzes erkannt haben, bezeichnet man mit dem Ausdrucke: Verwandlung oder Metamorphose. Die Entdeckung derselben ist eines der schönsten Resultate, welche die Wissenschaft in ihrem Streben nach Entdeckung der Einheit in der Mannigfaltigkeit der Natur bislang gewonnen hat. Mit der unbeirrten und scharfen Anwendung dieses Grundgesetzes entziffern wir die ganze, so unendliche Formenmannigfaltigkeit der Pflanzen.

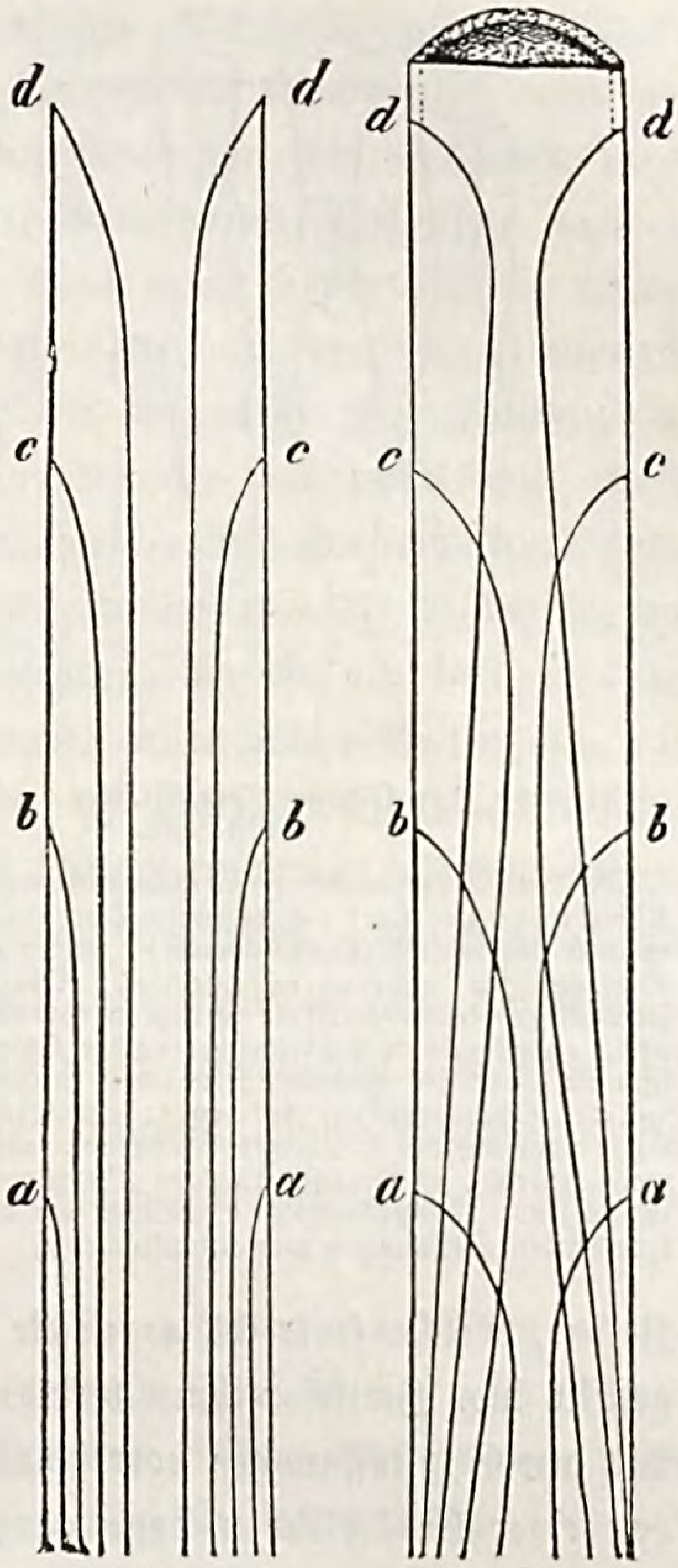
Betrachten wir das Gewebe der verschiedenen Theile der weißen Lilie, so bemerken wir zunächst, daß der Schaft aus einem parenchymatischen Zellgewebe besteht, welches zahlreiche, von Gefäßen, besonders Spiralgefäßen, begleitete Prosenchymbündel umschließt, deren Lage jedoch keine bestimmte Anordnung deutlich erkennen läßt. Diese Prosenchym- oder Gefäßbündel geben dem Stengel seine Steifheit und Festigkeit, während das zwischen denselben liegende und sie umhüllende Parenchym großentheils sehr zart und weich ist. Man erkennt daher die genannten Bündel leicht, und wenn man einen Stengel zerquetscht oder zerdreht, so kommen dieselben noch deutlicher als feste Fäden zum Vorscheine. Jedes Bündel besitzt an seinem, der Mittelaxe des Stengels zugewandten Theile ein wirkliches Gefäß oder mehrere solcher, während der entgegengesetzte Theil aus Prosenchym besteht, welchem sich sehr langgestreckte und feste Zellen, den Bastfasern vergleichbar, zugesellen. Auf der Grenze zwischen beiden kommen Gefäße vor, welche mit Saft gefüllt sind, und welche man „besondere“ oder „eigentliche“ Gefäße, oder auch „Milchsaftgefäße“ genannt hat, weil man dieselben mit den Gefäßen der Thiere und ihren Inhalt mit dem Milchsafte derselben vergleichen zu dürfen glaubte, indem man der Ansicht war, daß dieser Saft gleichsam als roher Nahrungssaft der Pflanze angesehen werden müsse. Wir werden später bei anderen Pflanzen Gelegenheit finden, von diesen „eigentlichen“ oder Milchsaftgefäßen und ihrem Inhalte näher zu reden. Im Allgemeinen sind dieselben bei den meisten Pflanzen noch sehr wenig bekannt und besonders bei denjenigen, bei welchen, wie bei der Lilie, der „Milchsaft“ sich nicht durch eine besondere Färbung auszeichnet. Die gewöhnlichen Gefäße der Lilie führen anfangs auch Saft, allein später ändert sich dieses und sie enthalten dann nur Luft.

Nahe unter der Oberhaut sind die Zellen des Lilienstengels durch reichlich vorhandene Chlorophyllkörnchen grün gefärbt. Die Oberhaut ist mit Stomaten versehen, wie an den Blättern.

Das Gewebe der Zwiebelaxe weicht von dem des Zweigstengels oder Schaftes nicht erheblich ab. Beim Wachsthum derselben entstehen stets neue „Gefäßbündel“ rings um die früheren, ohne jedoch sich diesen innig anzuschließen, indem das gemeinsame Mark- und Rindenparenchym, welches hier durchaus nicht unterschieden werden kann, immer vorherrschend bleibt und sich nicht völlig verdrängen läßt. Gegen den Gipfelsproß der Zwiebel laufen die Gefäßbündel zusammen und kreuzen auf diesem Wege die Gefäßbündel, welche aus der Zwiebelaxe in die Zwiebelschuppen oder Blätter übergehen, so daß man, vom Gipfel her sie verfolgend, glauben sollte, sie verliefen vom Gipfel abwärts innerhalb jener älteren Gefäßbündel (Fig. 198, A); allein weiter abwärts bemerkt man die Kreuzung und sieht, daß sie wirklich außerhalb verlaufen. Auch werden sie demnächst nach einander, wenn ihnen entsprechende Blätter gebildet sind, und innerhalb des Kreises dieser Blätter neue Blätterkreise erzeugt werden, allmählig wieder auswärts gebogen und von den später gebildeten, den letzteren Blättern entsprechenden, Gefäßbündeln gekreuzt. Der Zweigstengel zeigt übrigens die nämliche Anordnung der Gefäßbündel, nur ist dieselbe hier wegen der weiteren Abstände der Blätter und des längeren Verlaufes der Bündel minder schwierig zu entwirren. Eine solche Anordnung der Gefäßbündel ist übrigens für alle monocotyledonischen Pflanzen die Regel (Fig. 198, B), und findet beim Palmbaume ebenso wohl statt, als bei der Lilie.

Das Gewebe der Wurzeln ist dem des Schaftes ähnlich, nur noch zarter. Chlorophyll in den Zellen und Stomate auf der Oberhaut fehlen hier völlig.

Die Zwiebelschuppen bestehen aus fleischigem, d. h. sehr saftreichem und zartem Parenchym, dessen Zellen, wie übrigens fast alle Theile der Lilie, in ziemlich hohem Grade mit eiweißartig zähklebrigem Schleime erfüllt sind. Sie werden dieses Schleimes wegen arzneilich benutzt. In Syrien und Palästina, dem eigentlichen Vaterlande der weißen Lilie, werden sie gekocht und gegessen; bei uns kennt man diese Benutzung nicht, da die Pflanzen nur ihrer schönen und duftenden Blumen wegen zu uns verpflanzt worden sind. Mit dem Gewebe der Zwiebelschuppen stimmt im Allgemeinen dasjenige der eigentlichen Blätter überein, nur daß an diesem die einzelnen Theile deutlicher gesondert sind. Im Allgemeinen sind die Blätter viel dünner, als die Zwiebelschuppen; nur in der Mittellinie verliert sich die Dicke der ersteren nicht so sehr, sondern hier verläuft eine auf der Unterfläche des Blattes vorspringende „Mittelader" oder „Mittelrippe," entsprechend dem stärksten Gefäßbündel, oder vielmehr der zahlreichsten Gruppe von solchen, welche nahe zusammengedrängt in dieser Richtung verlaufen. Jedoch sind keineswegs alle Gefäßbündel der Zwiebelschuppe oder des Blattstieles in dieser Mittelrippe vereinigt, sondern einige laufen für sich neben demselben durch den dünneren Theil des Blattes, und viele trennen sich allmählig seitwärts abweichend noch innerhalb des Blattes. Doch haben alle einen sehr schlanken und fast parallelen Verlauf. Gerade bei der weißen Lilie ist indessen dieses Merkmal monocotyledonischer Gewächse nicht sehr ausgezeichnet, denn man bemerkt vielfach, daß die Gefäßbündel sich stellenweise zusammenpaaren und vereinigen und wieder von einander begeben, so daß netzartige Maschen gebildet werden, welche allerdings sehr langgezogen und daher wenig auffallend sind. Die Prosenchymzellen und Gefäße der Gefäßbündel sind farblos, und auch das sie zunächst verbindende und umhüllende Parenchym ist nur schwach grün gefärbt, weßhalb ihre Linien hellgrün oder weißlich erscheinen. Die dünneren, ausgebreiteteren Theile des Blattes zwischen den einzelnen Zügen der Gefäßbündel bestehen aus Parenchym, welches sowohl auf der oberen, als auch auf der unteren Fläche von einer Oberhautzellenschicht bedeckt ist, welche übrigens auch die Züge der Gefäßbündel und den Rand des Blattes, kurz, alle Theile desselben überzieht. Die Oberhaut besteht aus platten, farblosen Zellen und besitzt zahlreiche Stomate, auf der Unterseite jedoch weit



A B

Fig. 198. Ideale Darstellung des Verlaufes der „Gefäßbündel" in den Axenorganen monocotyledonischer Pflanzen. *

* A Falsche Vorstellung, welche man sich früher machte und in deren Folge man die Monocotyledoneen „von innen wachsende" oder „endogene" Gewächse genannt hat. — B Die der Wirklichkeit entsprechende Anordnung. — Die Buchstaben bezeichnen die Ursprungspunkte von Blättern.

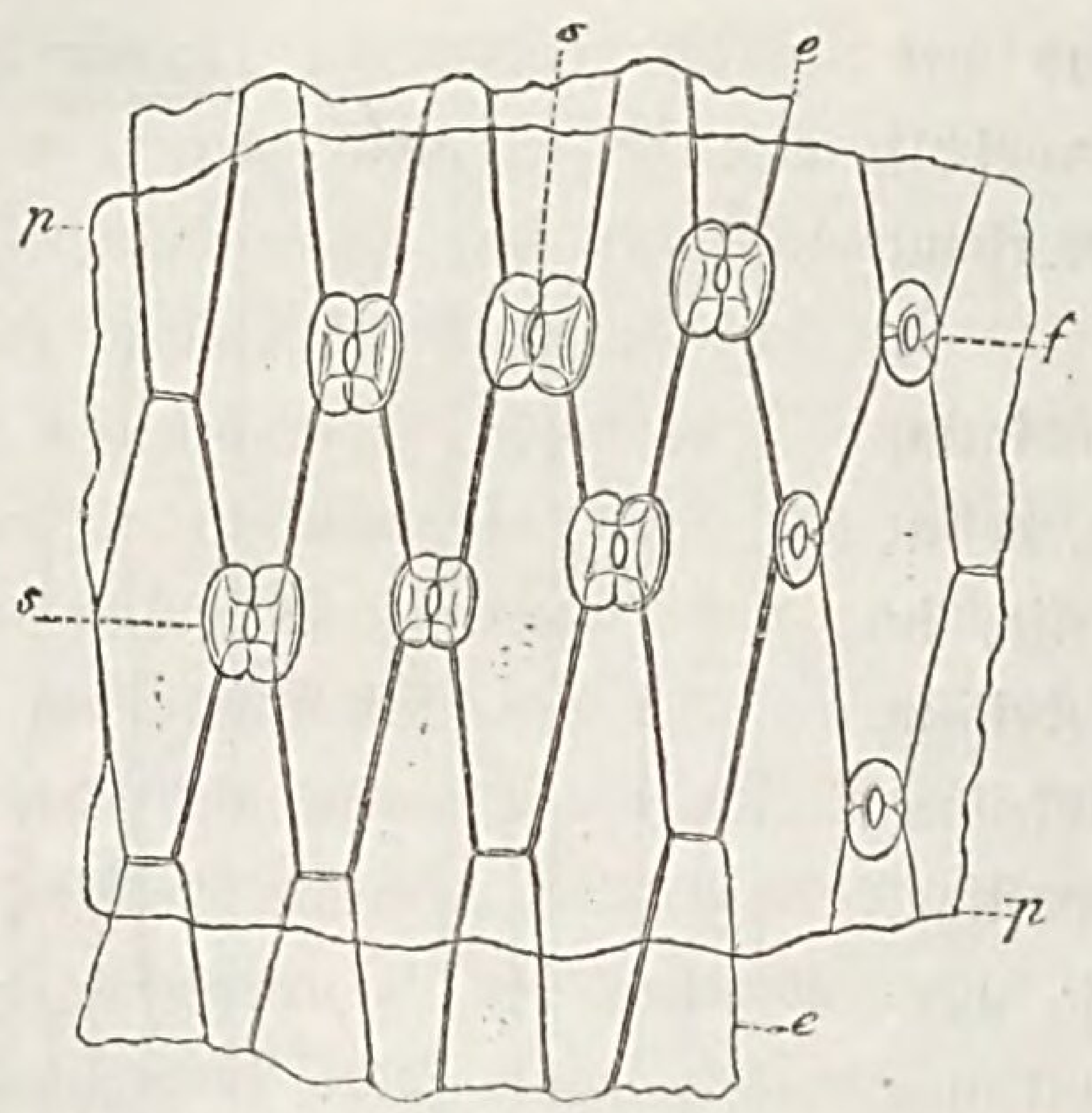


Fig. 199. Die Oberhaut der Blätter monocotyledonischer Pflanzen. *

* Zur Erläuterung dieses Gegenstandes benutzen wir die Abbildung eines stark vergrößerten Oberhautstückes von der gemeinen Garteniris (Iris germanica), welche zu der Ordnung der Schwertlilien gehört; *ee* eigentliche Oberhaut, aus großen sechseckigen Zellen gebildet, mit ihren Stomaten *s*. Der firnißartig eingetrocknete Schleimüberzug der Oberhaut bildet gleichsam ein äußerstes Häutchen, welches mitunter fetzenweise sich von den Oberhautzellen lostrennt; ein solches Fetzchen, theilweise noch auf der Oberhaut festsitzend, am Rande aber theilweise fehlend, theilweise dagegen überragend, bezeichnet *p p*; in diesem Firnißhäutchen erscheinen die den Stomaten entsprechenden Oeffnungen wie Knopflöcher *f*.

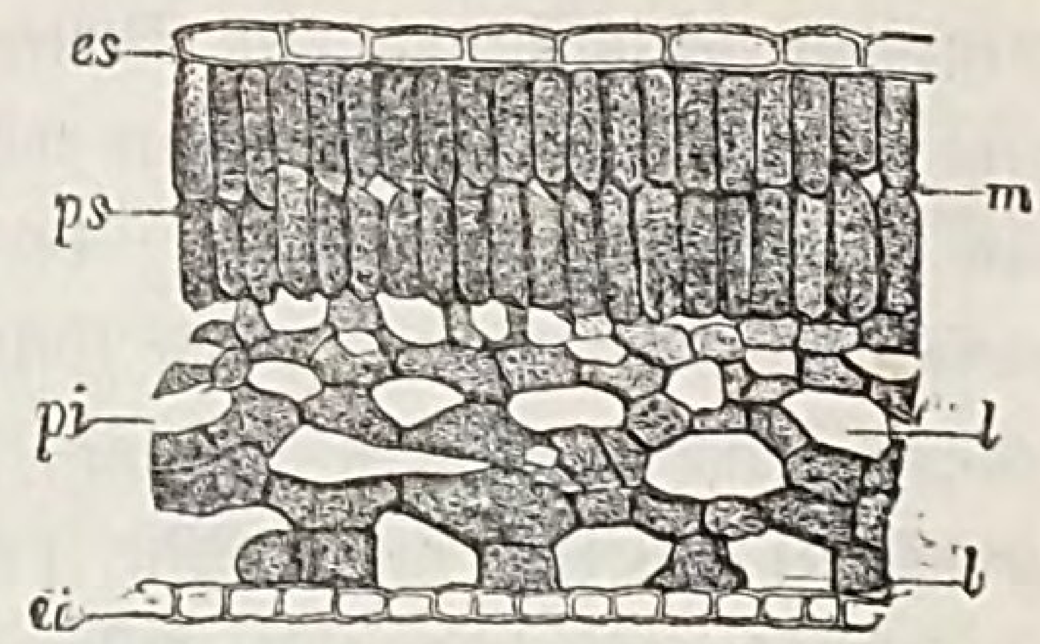


Fig. 200. Ein dünner Schnitt senkrecht durch ein Lilienblatt, stark vergrößert. *

* *es* Oberhaut der oberen Blattfläche; *ei* Oberhaut der unteren Blattfläche; *ps* obere Parenchymschichten; *pi* untere Parenchymschichten; *m* Luftlücken in der oberen Schicht; *l* Luftlücken in der unteren Schicht.

häufigere, als auf der Oberseite; auf den Zügen der Gefäßbündel fehlen sie gänzlich. Die Zellen der Oberhaut sind bei allen Monocotyledoneen auffallend lang gestreckt (Fig. 199). Zunächst unter der Oberhaut befindet sich (Fig. 200) unter der Oberseite des Blattes eine doppelte Schicht dicht gedrängter länglicher Zellen, welche senkrecht gegen die Oberhautzellen stehen und reichlich mit Chlorophyll gefüllt sind. Zwischen ihnen befinden sich nur wenige und geringe Luftlücken, welche mit den Spaltöffnungen correspondiren. Die untere Hälfte des Blattes wird dagegen von einer beträchtlichen Lage ganz regellos geformter und durch sehr viele Luftlücken getrennter Zellen gebildet, welche ebenfalls viel Chlorophyll enthalten. Die größere Menge der Luftlücken entspricht hier der größeren Zahl der Spaltöffnungen. Bei den Zwiebelschuppen sind diese beiden Schichten des Parenchyms nicht unterscheidbar, und Chlorophyll fehlt in den Zellen derselben gänzlich.

Die Blumenblätter, sowohl die drei äußeren Kelchblätter, als auch die drei inneren Kronenblätter, weichen in Betreff des Gewebes ziemlich von den grünen Blättern des Schaftes ab. Sie bestehen aus gänzlich farblosen Zellen, welche, weil jede Zelle das reine Licht zurückwirft, weiß erscheinen. Spiralgefäße und eigentliche Gefäße sind übrigens auch in den Blumenblättern vorhanden, jedoch verlaufen solche hier nicht bündelweise mit Prosenchymzellen zusammen, sondern ganz vereinzelt oder doch nur wenige zu einem sehr zarten Bündelchen mit langgestreckten Zellen vereinigt. Die Oberhaut besteht aus Zellen, welche nicht abgeplattet sind, sondern wie hügelartige Wärzchen hervorragen, woher der sammetähnliche Schimmer der Blumenblätter rührt. Spaltöffnungen fehlen den inneren Blattseiten gänzlich, auf den äußeren finden sich wenige, besonders bei den Kronenblättern.

Der Mangel des Chlorophylls findet nicht allein bei den Blumenblättern, sondern auch bei den übrigen Theilen der Blume, den Staubfäden und dem Stempel, ebenfalls statt; nur der Fruchtknotentheil des letzteren macht davon eine Ausnahme, indem er lebhaft grün gefärbt erscheint. Jener Mangel des den Pflanzenzellen so häufig, ja fast allgemein zukommenden Farbstoffes ist allen Blumen, sowohl denen der monocotyledonischen, als auch denen der dicotyledonischen Pflanzen eigen=

thümlich. Bei den ersteren theilen denselben ziemlich gleichmäßig mit dem Griffel des Stempels, den Staubfäden und den Kronenblättern die Kelchblätter, und aus diesem Grunde sind bei dieser Klasse die Kelchblätter von den Kronenblättern einzig durch ihre etwas tiefere Stellung an der Axe und durch ihre äußerliche Lage an der ungeöffneten Blumenknospe zu unterscheiden. Man macht daher bei den Monocotyledoneen einen solchen Unterschied häufig gar nicht, sondern nennt beiderlei Blumenblätter mit dieser einen Benennung und bezeichnet sie zusammen als Blüthenhülle oder Perigon (perigonium). Bei den Dicotyledoneen ist es dagegen fast ganz allgemein, daß die äußeren Blätter der Blumenknospe, die Kelchblätter, vollkommen grün gefärbt erscheinen, und sich dadurch eben als Kelch (calyx) von den weißen, rothen, gelben, blauen Kronenblättern der Blumenkrone oder Korolle (corolla) unterscheiden. Indessen kommen mannigfache Ausnahmen und Beschränkungen dieser allgemeinen Verhältnisse vor; es gibt selbst Blumen mit völlig grüner Blumenkrone, und die gelben und weißen Milchsternblumen (Ornithogalum) unserer Gärten und Felder bieten Beispiele dar von Perigonen, bei welchen alle Blätter, sowohl die dem Kelche, als die der Krone entsprechenden, auf der Außenseite mehr oder weniger grün gefärbt sind, während die Innenseite weiß oder gelb erscheint. Nur die Staubfäden, besonders aber die Antheren, sind nie grün gefärbt, und der Griffel des Stempels besitzt eine solche Färbung höchstens in sehr geringem Grade.

Dieser Mangel der grünen Farbe bei den Blüthentheilen der Pflanzen entspricht, ganz wie bei den Pilzen (Seite 590), wo ja ebenfalls die grüne Farbe gar nicht vorkommt, der Athmungsweise der betreffenden Theile. Bringt man einen Strauß von Lilienblumen unter eine Glasglocke, welche mit reinem Sauerstoffgase gefüllt ist, so findet sich nach einiger Zeit anstatt des Sauerstoffes Kohlensäure in dem Gefäße. Die Blumen nehmen Sauerstoff in sich auf und hauchen solchen mit Kohlenstoff vereinigt wieder aus; sie athmen also wie die Pilze und wie die Thiere. Es ist noch weitaus nicht genügend aufgeklärt, wie diese eigenthümliche Athmungsweise mit der Funktion zusammenhange, welche die Blumenblätter und die übrigen Blüthenorgane zu versehen haben. Indessen scheint es, daß eine Hemmung in der Weiterentwicklung der Blumenaxe von dieser eigenthümlichen Natur der Blüthentheile, welche natürlich nicht im Stande ist, die aufsteigenden Säfte so zu verändern und zu verarbeiten, wie die grünen Blätter, die Folge sei, und diese Hemmung des Wachsthumes der Axe scheint eben eine Bedingung der Entwicklung von Samen zu sein, welche auf dem äußersten Gipfel dieser Axe im Fruchtknoten erzeugt werden. Wenigstens finden wir bei keiner Pflanze eine Samenerzeugung, ohne eine Hemmung der Axe. Bei den Cykadeen sahen wir die Wedel zu zungenförmigen (Cycas) oder schuppenförmigen (Zamia) Samenträgern zusammengeschrumpft, bei den Coniferen ebenfalls. Wir werden ähnliche Fälle bei allen Samenpflanzen wiederfinden, und immer wird die Verkürzung der Axe entweder begleitet sein von der Umwandlung der Blattorgane in thierisch athmende Blumen, oder aber von völliger Verkümmerung der Blattorgane, welche in letzterem Falle ebenfalls keine Dienste für die Zubereitung der Säfte zu leisten vermögen. Die Blumentheile der Pflanzen verhalten sich wie todte Pflanzentheile; die in ihnen enthaltenen Substanzen fallen der Verwesung anheim, indem sie sich mit Hülfe des

atmosphärischen Sauerstoffes zersetzen. Ganz dasselbe ist bis zu einem gewissen Grade mit allen sämmtlichen Pflanzentheilen der Fall, sobald denselben die Bedingungen zur Verrichtung ihrer eigenthümlichen Athmung fehlen. Sobald der Pflanze das Sonnenlicht fehlt, unter dessen Einflusse allein sie im Stande ist, Kohlensäure zu zersetzen, indem sie den Kohlenstoff in die Mischung ihrer Säfte aufnimmt und Sauerstoff aushaucht — so beginnen alle ihre Theile wieder Kohlensäure zu bilden, indem sie Sauerstoff aus der Luft aufnehmen. Alle Gewächse hauchen aus diesem Grunde bei Nacht, freilich nur in sehr geringer Menge, Kohlensäure aus; ebenso, wenn sie an finstern Orten wachsen (Zierpflanzen im Keller; Gras unter Brettern oder Steinen), wobei sich bald auch die grüne Farbe verliert und die gelbe (mitunter rothe, violette, blaue) Farbe erscheint, das Gewebe sehr zart und hinfällig wird, kurz, Erscheinungen eintreten, welche in mehr als einer Hinsicht an die Blumentheile erinnern.

Die Blumenblätter der weißen Lilie sondern auf ihrer inneren Fläche nahe über ihrem Befestigungspunkte einen Honigsaft aus, welcher zwischen einer Gruppe von locker zusammenstehenden Zellen in einer kleinen Grube hervordringt. Man nennt die Grube das Honiggefäß (nectarium). Solche Honiggefäße oder Nektarien sind bei Blumen eine sehr häufige Erscheinung; bei den lilienartigen Gewächsen sind sie zum Theil sehr ausgezeichnet (Fig. 201). Man kennt die Bedeutung dieser Honigaussonderungen noch nicht; dieselben sind indessen, wenigstens mitunter, nicht bloß Ergüsse von Zuckersaft, sondern enthalten außer diesem ganz eigenthümliche Säfte, zum Theil giftige, d. h. dem menschlichen Organismus unzuträgliche Substanzen. So erregt der Honig der Kaiserkronenlilie Erbrechen. Die Insekten, besonders aus der Ordnung der Immen, werden durch den Honig der Nektarien angelockt und befördern, indem sie in der Blume ein- und auskriechen, nicht selten ein wichtiges Werk der Natur, die Befruchtung. — Mit der eigenthümlichen Athmungsweise der Blumentheile steht ohne Zweifel auch die Bildung ätherischer Oele in Zusammenhang, von welchen der köstliche Duft der Blumen herrührt. Jede Pflanzenfamilie, ja fast jedes Geschlecht erzeugt ein besonderes derartiges Oel; über die chemische Mischung solcher Oele ist noch nicht vieles bekannt; nur einige arzneilich oder zum Luxus gebrauchte Arten sind näher untersucht worden. Diese Oele verflüchtigen sich außerordentlich, was dadurch zu geschehen scheint, daß sie mit dem Sauerstoffe der Luft flüchtige, d. h. gasartige Verbindungen eingehen. Erst diese Verbindungen sind duftend, nicht die in den Blumentheilen enthaltenen Substanzen; daher die in einer Blume enthaltene und diese umgebende Luft mehr duftet, als die Blumentheile selbst. — Die Aussonderung von Honig und ätherischem Oele ist freilich vorzugsweise den Blumenblättern, besonders den Kronenblättern, eigen; allein in einem gewissen Grade theilen dieselbe Eigenschaft auch die Staubfäden und der Griffel des Stempels, deren Gewebe ebenfalls mit dem der Kronenblätter weit mehr, als mit dem der grünen Stengelblätter übereinstimmt.

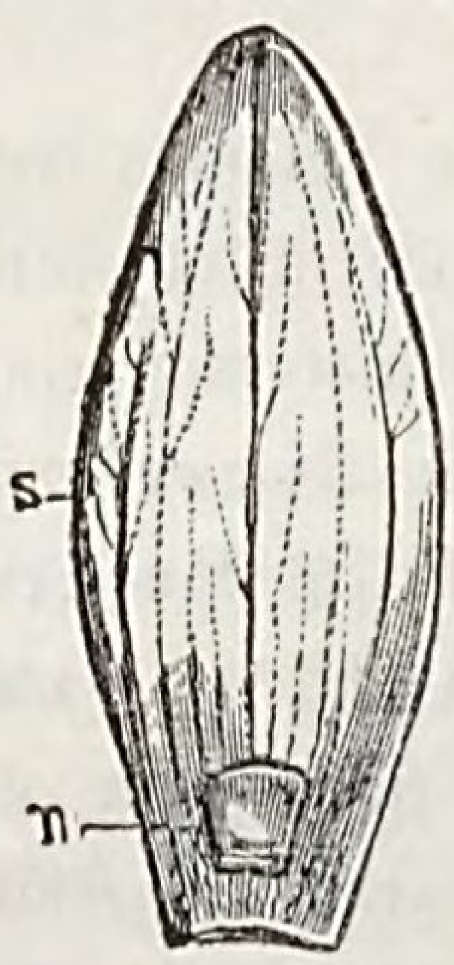


Fig. 201. Ein Blumenblatt der Kaiserkronenlilie (Fritillaria imperialis). *

* s Das Blatt; n ein Nektarium am Grunde der Innenseite.

Die Staubfäden (Fig. 202) der weißen Lilie gleichen äußerst schmalen,

fadenartigen Blumenblättern. Sie bestehen aus einem sehr zarten und ziemlich lockern Parenchyme, welches mit einer zarten Oberhautschicht überzogen ist. Letztere besitzt keine Stomate. Die ganze Länge des Fadens durchzieht ein völlig unverästeltes Bündel von Luftgefäßen, welches in demjenigen Theile endigt, an welchem die Antheren befestigt sind. Die Antheren erscheinen, wenn man sie in der Blumenknospe sehr frühzeitig untersucht, als kleine Anschwellungen des Zellgewebes auf dem Gipfel der Filamente, welche letztere dann noch sehr kurz sind und erst allmählig durch fortwährende, nach unten allmählig erlöschende Vermehrung ihrer Zellen ihre volle Länge erreichen. Das Zellgewebe der Antheren ist um diese Zeit noch ganz gleichartig zu beiden Seiten der Mittellinie, in welcher demnächst die erwähnten Luftgefäße endigen. Allein mit der Zeit verändert sich mehr und mehr die äußere Form sowohl, als das Gewebe im Innern. In der gedrängten Knospenlage nehmen die Antheren, sich vergrößernd, die Form eines eiförmigen, etwas plattgedrückten Körperchens an, welches über den Gipfel des Filamentes sowohl abwärts, als aufwärts hervorragt, und welches daher später bei geöffneter Blume, wenn der obere Theil sich etwas rücklings beugt, gleichsam balancirend auf dem Filamente schwebt, dessen Fortsetzung übrigens eine Linie ist, welche die Anthere in zwei gleichartige Seitenhälften theilt. In jeder Seitenhälfte entwickelt sich eine Zelle vorzugsweise stark, und in dieser erzeugen sich mehrfache Tochterzellengenerationen, ganz wie wir dieses bei den Antheren der Tanne beschrieben haben. Es füllen sich auf diese Weise beide Seitenhälften der Antheren, indem sich zugleich die Zellen derselben von innen her theilweise auflösen und nur eine doppelte Schicht als Wandung des entstehenden Fächleins übrig bleiben, mit Pollenzellen, welche bei der Lilie so groß sind, daß man dieselben mit bloßem Auge einzeln wahrzunehmen vermag. Die beiden Fächer schwellen durch die Entwicklung des Pollen ziemlich bemerkbar an, so daß die Mittellinie als ein dünnerer Verband zwischen ihnen erscheint. Dieselbe erhält daher den Namen Connektiv. Sie liegt auf dem Gipfel des Filamentes, fast wie der Querstrich auf einem T. Die Wandung der beiden Antherenfächer oder Staubbeutel besteht aus einer äußeren Oberhautschicht, während die nächst innere Schicht aus Zellen mit spiralig und netzförmig abgelagerten Verdickungsschichten versehen ist. Nachdem die Blume aufgeblüht ist und in Folge dessen die Wandungen ausgetrocknet sind, reißen dieselben auf der nach innen gewandten Seite der Antherenfächer mit einem Längsrisse neben der Mittellinie auf (Fig. 201, c), und die Pollenzellen werden verschüttet. Dieselben hangen dann anfänglich als ein beträchtliches goldgelbes mehliges Häufchen an der sich nach außen umschlagenden Wandung der Staubbeutel.

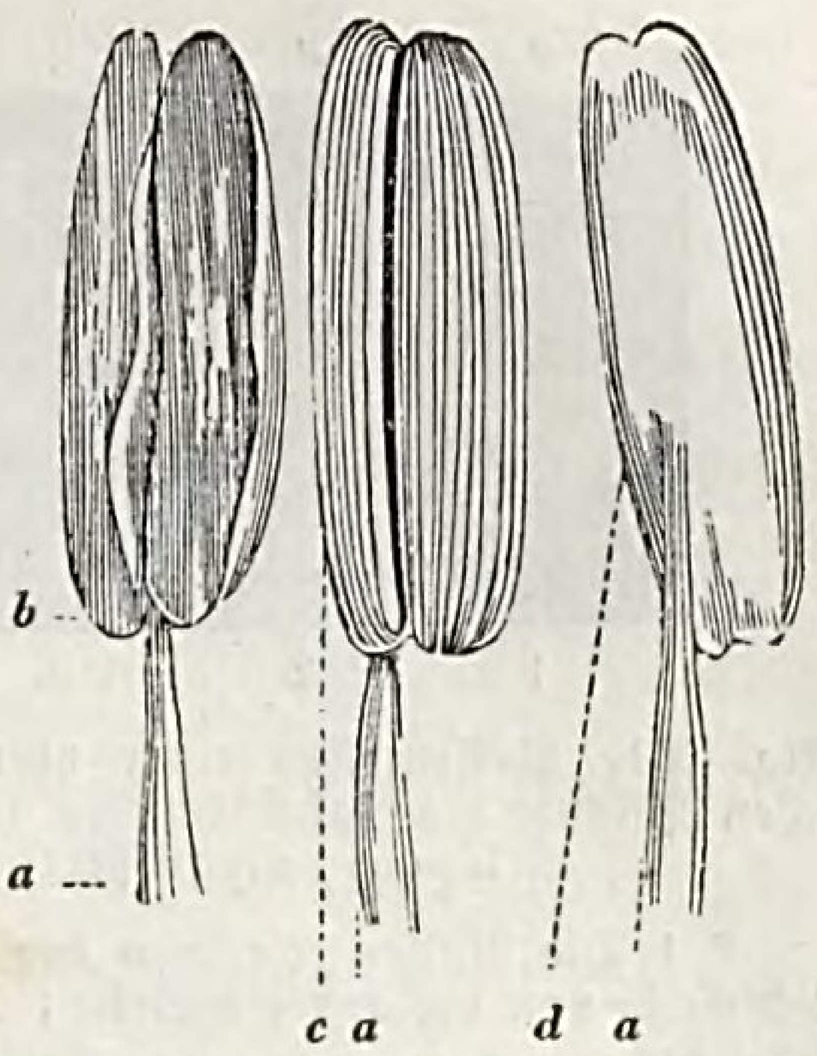
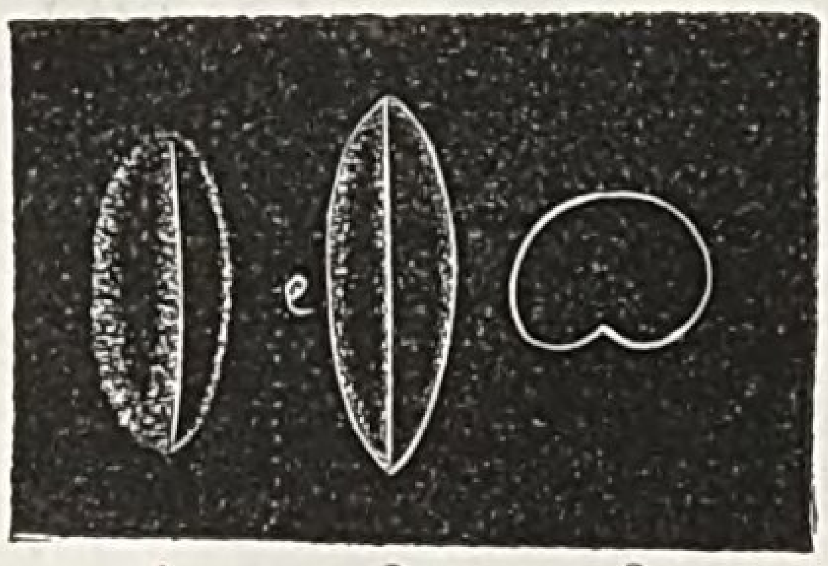


Fig. 202. Die Staubbeutel oder Antheren der weißen Lilie auf den Trägern. *

* a Anthere; b Träger oder Filament.

Die Pollenzellen sind länglich eiförmig und zeigen auf einer Seite eine Längsfalte. Diese Form und Falte sind für die Pollenzellen monocotyledonischer Gewächse außerordentlich gewöhnlich, und man kann darnach selbst diese winzigen Theilchen der genannten Klasse von Pflanzen deutlich erkennen (Fig. 203), ebenso, wie wir den Pollen der Coniferen mikroskopisch zu erkennen vermochten (Fig. 160).

p p

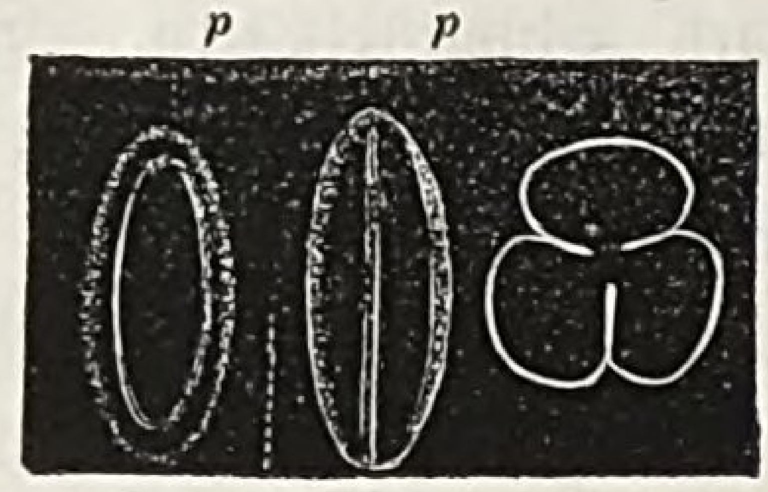


1 2 3

Fig. 203. Pollenzellen einer monocotyledonischen Pflanze des Jakobslauches (Allium fistulosum), vergrößert.

* 1 Die Pollenzelle von der einen Seite; 2 dieselbe von der anderen Seite; 3 Querschnitt derselben.

p p



2 e 1 3

Fig. 204. Aehnlich gestaltete Pollenzellen einer dicotyledonischen Pflanze der dreifarbigen Winde (Convolvulus tricolor), vergrößert. *

* p Der sogenannte Pol der Zelle; e der sogenannte Aequator, durch welchen der Querschnitt gelegt ist; — a, b und c haben dieselbe Bedeutung wie bei der vorigen Figur.

Bei den Dicotyledoneen findet sich freilich mitunter eine ähnliche Form, allein in diesem Falle erkennt man stets eine Mehrzahl von Längsfalten, meistens drei solche (Fig. 204).

Die zum Stempel vereinigten Karpelle oder Stempelblätter zeigen, wenigstens an ihrem unteren, dem Blattstiele entsprechenden Theile, welcher den Fruchtknoten bildet, ihre Blattnatur in Betreff des Gewebes sehr deutlich. Sie bestehen aus einem Parenchym, welches mehr oder minder vollkommen zwei verschiedene Schichten wahrnehmen läßt. Die äußere Schicht, welche also der Unterseite des Blattes entspricht, ist mit einer dichten Oberhautzellenlage bedeckt, deren Stomate ziemlich zahlreich sind und der Luft den Zutritt zu dieser, daher gesättigt grünen, Schicht gestatten. Die innere, der Oberseite des Blattes entsprechende Schicht, welche mit der Luft gar nicht in Berührung kommt, besitzt eine zartere, unbestimmter ausgebildete Oberhaut, gar keine Spaltöffnungen, und in Folge des Luftmangels auch keine grüne Farbe. Gefäßbündel durchziehen das Parenchym, ganz ähnlich, wie in den grünen Blättern des Stengels. Dieser Theil der Stempelblätter weicht, sowie in den beschriebenen Eigenthümlichkeiten des Gewebes, auch darin von den übrigen Blattorganen der Blume ab, daß derselbe nicht hinfällig ist und nach der kurzen Blüthezeit vergeht; vielmehr nimmt derselbe später an Größe noch bedeutend zu. Dagegen stimmt der obere, sehr schmale (der Nadel der Tanne entsprechende) Theil dieser Blätter, welcher den Griffel des Stempels bildet, fast ganz mit dem Gewebe der Staubfäden überein. Das Parenchym desselben ist äußerst zart, die Oberhaut zart und ganz ohne Spaltöffnungen; Luftgefäße durchziehen das Parenchym, doch lassen letztere hier einigermaßen eine ähnliche Verästelung wahrnehmen, wie in den Fruchtknotenblatttheilen. Da die drei Karpelle mit ihren zusammengebogenen Rändern vereinigt den Griffel bilden, so bleibt in der Mittellinie des Griffels ein dreiwinkliger Kanal (Fig. 205). Die diesem Kanale zugewandte Fläche der Griffeltheile der Stempelblätter ist bedeckt von einer Oberhautschicht, deren Zellen als hügelartige Wärzchen hervorragen und Feuchtigkeit ausschwitzen, weßhalb man sie wohl, wie überhaupt ähnliche aussondernde Zellen (z. B. die der Honiggefäße), mit den Drüsen der Thiere verglichen und ebenfalls so benannt hat. Diese drüsige Be-

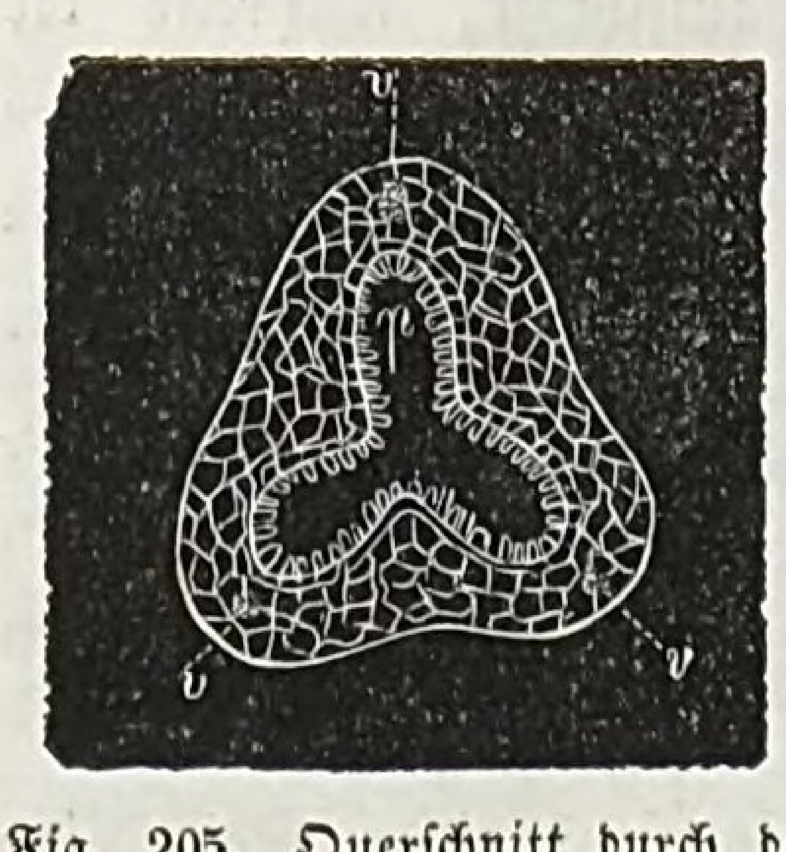


Fig. 205. Querschnitt durch den Griffel der Kaiserkronenlilie (Fritillaria imperialis), um das Parenchym und die den Kanal umgebende drüsige Oberhaut zu zeigen, welche hier ganz so gebildet ist, wie bei der weißen Lilie; v Gefäßbündel, den Mittelrippen der drei Blätter entsprechend; p Drüsenzellen.

schaffenheit der Zellen ist an keinem Punkte ausgezeichneter, als an der Spitze des Griffels, wo die drei Blätter desselben eine schwache Rücklingskrümmung machen und durch stärkere Entwicklung ihres Parenchyms ein abgerundet dreikantiges Knöpfchen, die sogenannte Narbe, darstellen. Der Eingang in den Griffelkanal ist ganz durch solche, fast fadenartig verlängerte und durch einander wie ein schwammiges Pilzgewebe verflochtene Drüsenzellen verhüllt. Gleichwohl ist er vorhanden und bildet eine locker verstopfte Verbindungsröhre der inneren Fruchtknotenhöhlung mit der äußeren Luft.

In der Fruchtknotenhöhlung, durch die Hülle der drei Karpellblätter gänzlich verborgen, steht das sogenannte Mittelsäulchen oder der Samenträger, die letzte Fortsetzung des Blüthenstieles. An dieses Mittelsäulchen sind die paarweise zusammengewachsenen, einwärts geschlagenen Seitenränder der Karpellblätter angewachsen, so daß hiedurch die Fruchtknotenhöhlung in drei völlig gesonderte Fächer geschieden wird. In jedem dieser Fächer entspringen aus dem Samenträger zwei senkrechte Zeilen sehr zahlreicher und sehr nahe übereinander stehender Samenknospen. Es befinden sich, wie wir sehen, bei der Lilie nicht allein auf einer und derselben Pflanze männliche, pollenerzeugende und weibliche samenknospentragende Organe, sondern es sind diese sogar auf einem und demselben Zweige in einer gemeinsamen Blume vereinigt. Man nennt die Lilien daher zwitterblüthig. Wir werden finden, daß weitaus die meisten Monocotyledoneen und Dicotyledoneen Zwitterblüthen besitzen, und wenn wir manche Pflanzen dieser Klassen antreffen, deren Blüthen theils nur männliche, theils nur weibliche Organe enthalten und also „getrennten Geschlechtes" sind, so haben wir meistens deutliche Ursachen, anzunehmen, daß in solchen Blüthen die einen oder anderen Organe nur unausgebildet geblieben sind, indem solche eingeschlechtige Blumen keinerlei weitere Verschiedenheiten zeigen. Uebrigens werden wir Beispiele genug kennen lernen, nicht allein von solchen Pflanzen, bei denen eine eingeschlechtige Ausbildung der Blüthen regelmäßig stattfindet, sondern auch von solchen, bei welchen alle Blumen eines Gewächses sämmtlich nur männlich, alle eines andern Gewächses dagegen nur weiblich sind. Bei den lilienartigen Pflanzen findet sich freilich kein solches Beispiel.

Die Entwicklung der Samenknospen wollen wir an dem Beispiele der in dieser Hinsicht sehr genau untersuchten Kaiserkronenlilie (Fritillaria imperialis) betrachten, einer Zierpflanze unserer Gärten, welche sich von der weißen Lilie zwar wesentlich unterscheidet durch viel dichter beisammen stehende, auf sehr wenig ansteigenden Spiralen geordnete und gegen den Gipfel sogar schopfartig zusammengedrängte, schmale, dunkelgrüne Blätter, und durch gelb bräunlichrothe Blumen, deren in den Achseln der Schopfblätter entspringenden Stiele sich völlig rücklings beugen und die Blüthen folglich herabhangen lassen. Doch genügt dieses Beispiel gleichwohl; denn die Kaiserkronenlilie hat so viele wesentlichere Aehnlichkeiten mit der weißen Lilie, daß kaum ein Grund vorhanden ist, sie durch einen besonderen Geschlechtsnamen (Fritillaria) von dem Geschlechte der Lilien (Lilium) zu trennen. Besonders aber ist die Bildung des Fruchtknotens und die Entwicklung der Samenknospen bei beiderlei Pflanzengeschlechtern gänzlich übereinstimmend.

Lange vor dem Aufblühen der Blume, während vielmehr die Blumenknospe noch ganz klein ist, ja, gleichzeitig mit dem ersten Erscheinen dieser Knospe selbst,

bilden sich an dem zarten Gewebe des Samenträgers sehr viele äußerst kleine zellige Wärzchen — die ersten Anlagen der Samenknöspchen — reihenweise übereinander. Diese Wärzchen entspringen keineswegs in Achseln von Blattorganen, sondern die Karpelle sind die letzten Blätter, welche an der Blumenaxe auftreten; innerhalb des Fruchtknotens würden Blattorgane keinen Zweck für den Samenträger erfüllen können. Rings um den Grund jedes Zellenwärzchens erhebt sich ein ringförmiger Zellenwulst, welcher bald zur inneren Samendecke wird; rings um diese folgt fast gleichzeitig eine zweite, dickere Samendecke. Während diese Samendecken entstehen, verlängert sich das Zellgewebe am Grunde der Samenknospe unter dieser und den Samendecken beträchtlich, besonders an derjenigen Seite der Samenknospe, welche von den einspringenden, mit dem Samenträger verwachsenen und die Fachscheidewand des Fruchtknotens bildenden Rändern der Karpelle bedrängt wird. Die Folge davon ist eine Krümmung der Samenknospe gegen die Mitte des Faches. Ja, während die beiden Samendecken sich so weit ausbilden, daß sie den Knospenkern, das Zellenwärzchen, welches indessen ebenfalls zunimmt, gänzlich umhüllen und auf dem Gipfel desselben nur eine **Mikropyle** offen lassen, geht die Krümmung, zuerst der Wandung des Faches folgend, bei der Begegnung der Samenknöspchen der beiden in einem Fache stehenden Reihen aber vollends zur Umkehr gezwungen, so weit, daß endlich die Mikropyle sich wieder dem Punkte nähert, an welchem das Samenknöspchen ursprünglich entstand (Fig. 206). Das Zellgewebe des Knospengrundes ist nun ein kurzer zelliger Strang geworden, auf welchem die völlig umgekehrte Samenknospe befestigt ist, und mit welchem die eine Seite der äußeren Samendecke in inniger Berührung, ja fast in völliger Verschmelzung steht. Man nennt diesen Strang den **Nabelstrang**, den Punkt, wo derselbe zunächst mit der äußeren Samendecke verwachsen zu sein scheint, den **Nabel**. Allein der wahre Vereinigungspunkt ist am ursprünglichen Knospengrunde. Aus dem Samenträger, innerhalb dessen sich Gefäßbündel entwickeln, verläuft ein Gefäßbündelchen in jeden Nabelstrang und erstreckt sich, neben dem sogenannten Nabelpunkte ungestört weiter gehend, bis zum eigentlichen Knospengrunde, welcher durch die Endigung dieses Bündels bezeichnet bleibt, wenn auch der Nabel sehr innig mit der äußeren Samendecke zusammenwächst.

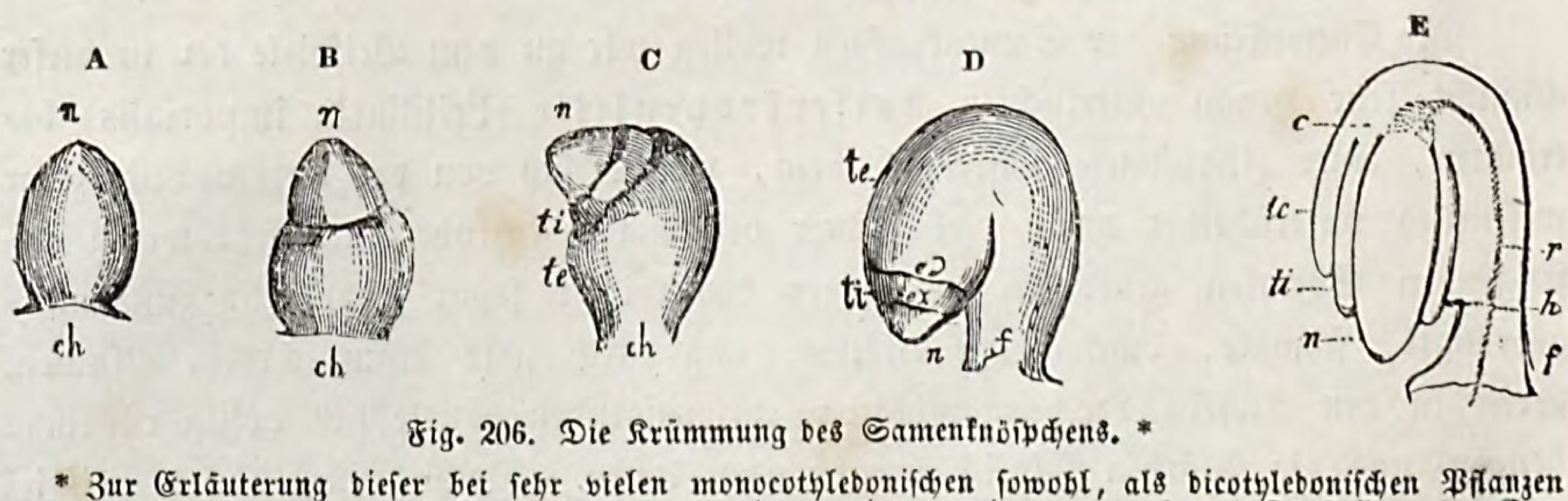


Fig. 206. Die Krümmung des Samenknöspchens. *

* Zur Erläuterung dieser bei sehr vielen monocotyledonischen sowohl, als bicotyledonischen Pflanzen vorkommenden Krümmung der Samenknöspchen bedienen wir uns einer vergrößerten Darstellung der Entwicklung des Samenknöspchens des bekannten dicotyledonischen **Schwalbenwurz** oder des **gemeinen Schöllkrautes** (Cholidonium majus). — **A** Erste Stufe, nacktes Kernwärzchen; **B** zweite Stufe, die innere Samendecke ist gebildet; **C** dritte Stufe; es hat sich auch die äußere Samendecke gebildet und die Krümmung beginnt; **D** vierte Stufe, die Krümmung ist vollendet; **E** die ausgebildete Knospe im Durchschnitte. — *n* Kernwarze; *ch* Knospengrund; *c* derselbe Punkt bei der gekrümmten Knospe; *ti* innere Samendecke; *ex* innerer Rand der Mikropyle; *te* äußere Samendecke; *ed* äußerer Rand der Mikropyle; *f* Nabelstrang; *h* Nabelpunkt; *r* Gefäßbündel des Nabelstranges, bei *c* endigend.

Schon etwa zwei Wochen vor der Zeit des Aufblühens, bevor noch die Samendecken den Knospenkern völlig verhüllen und bevor die Krümmung des Knöspchens

in völlige Umkehrung ausartet, beginnt schon eine Zelle inmitten des Kernwärzchens sich bedeutender auszudehnen, als die umgebenden Zellen, deren ganzen Verein wir gleich von vorn herein wieder als Perisperm bezeichnen wollen, wie den gleichbedeutenden Theil der Samenknospe bei den Gymnospermen. Die durch Größe vorherrschende Zelle ist das Keimsäckchen (Fig. 207). In diesem zeigen sich zahlreiche Körnchen und eine ziemlich große Zelle, welche wiederum mehrere bläschenförmige Cytoblasten umschließt. Im Keimsäckchen bilden sich freischwimmende Zellen, ohne zu einem geschlossenen Endosperm zusammenzutreten; vielmehr verflüssigen sich manche der gebildeten Zellen wieder. Zu der Zeit des Aufbrechens der Blume befinden sich in dem der Mikropyle zugewandten Theile des Keimsäckchens zwei bis drei Zellen, welche wir als Korpuskula bezeichnen dürfen, da sie ganz die nämliche Bedeutung haben, wie die so benannten Zellen im Endosperm der Gymnospermen. Nur in einem dieser Korpuskula (Fig. 207) erfolgt später eine weitere Entwicklung, während die andern wieder aufgelöst werden.

Die Menge der aus den sechs doppelfächerigen Antheren der Staubfäden verschütteten Pollenzellen ist außerordentlich groß. Es kann nicht fehlen, daß einige dieser Zellen auf die Narbe des Griffels gelangen, da alle Theile der Blume mehr oder minder mit ihnen bestreut werden. Was der Zufall nicht gibt, veranlassen oft die Insekten, welche, angelockt von den Honigsäften, die in den Nektarien, aber

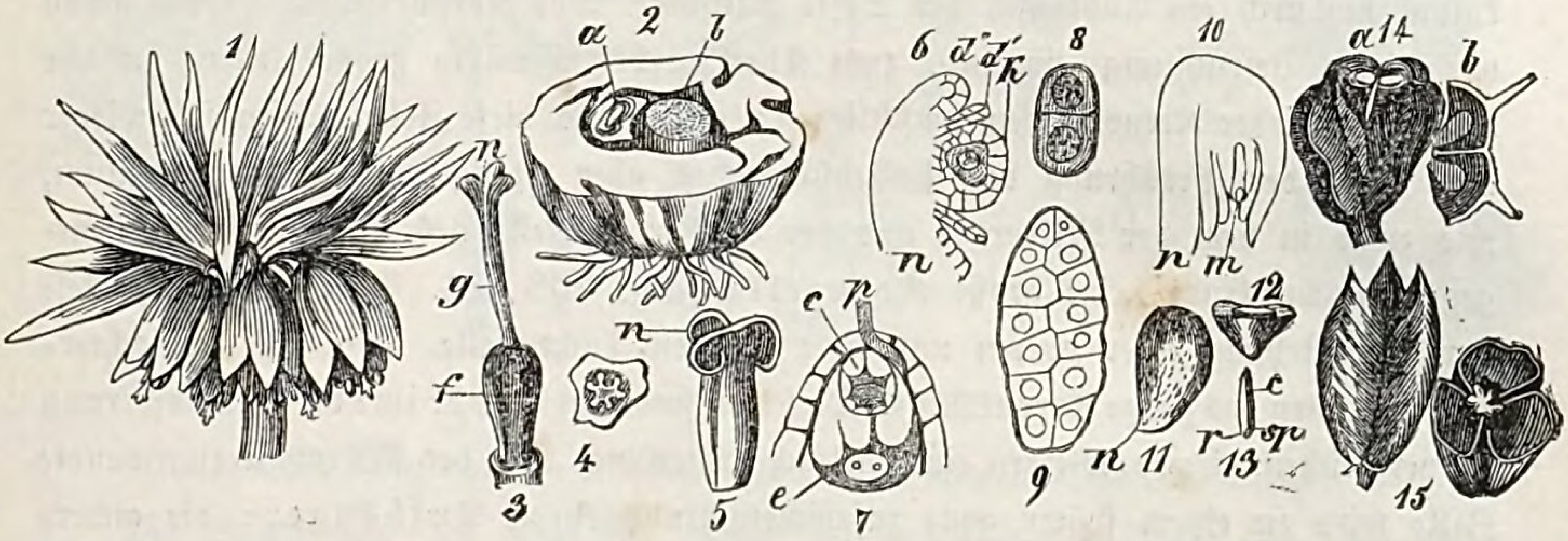


Fig. 207. Die Kaiserkronenlilie (Fritillaria imperialis) und die Entwicklung ihres Samens.

* 1 Der Gipfel des Zweigstengels mit einem Schopfe von Blättern, zwischen welchen die herabhangenden Blumen entspringen. — 2 Die Zwiebel durchschnitten; die Zwiebelschuppen sind mit einander verwachsen; *a* die zur Seite gedrängte Gipfelknospe der Zwiebelaxe; *b* der mit durchschnittene Zweigstengel. — 3 Der Stempel auf dem Gipfel des Blumenstieles, von welchem die Blumenblätter und Staubfäden abgenommen sind; *f* Fruchtknoten; *g* Griffel; *n* dreispaltige Narbe. — 4 Querdurchschnitt des Fruchtknotens, etwas vergrößert; man bemerkt drei durchschnittene Paare von den Samenknöspchen, welche reihenweise übereinander an dem Mittelsäulchen stehen. — 5 Der Stempel einer Tulpe (Tulipa Gessneriana) zur Vergleichung hier mit dargestellt; der Griffel ist hier nicht entwickelt, die blattartig dreitheilige Narbe *n* scheint daher unmittelbar auf dem Fruchtknoten zu sitzen. — 6 Vergrößerter Durchschnitt eines Samenknöspchens aus dem Fruchtknoten (4), welches angefangen hat, sich zu wenden; *n* der schon zum Nabelstrange verlängerte Knospengrund; *k* Knospenkern oder Kernwärzchen, in welchem schon das Keimsäckchen angedeutet ist; *d'* erste Samendecke; *p''* zweite Samendecke. — 7 Die Kernwarze des Samenknöspchens (6, *k*) zur Zeit der Befruchtung, noch stärker vergrößert; *p* Pollenschlauch, welcher schon bis zum Keimsäckchen eingedrungen ist; *e* Keimsäckchen mit Cytoblastem und einzelnen Zellen gefüllt; *c* Korpuskulum, ebenfalls Cytoblastem und Zellen enthaltend, in welchen schon wieder Cytoblasten sichtbar sind. — 8 Das Korpuskulum (7, *c*), in welchem sich zwei große Zellen gebildet haben, deren eine den Vorkeim und Aufhänger bilden wird, während die andere sich zum Keimling entwickeln soll. — 9 Dasselbe Korpuskulum von dem schon aus vielen Zellen bestehenden Embryo völlig gefüllt. — 10 Durchschnitt des befruchteten und völlig gewendeten Samenknöspchens; *n* Nabel; *m* Mikropyle. — 11 Das reife Samenkorn in natürlicher Größe; man erkennt äußerlich schon den Umfang des Endosperms in der schwammig verdickten äußeren Samenschale. — 12 Querschnitt des reifen Samenkorns; man bemerkt den Durchschnitt des Endosperms. — 13 Der Keimling, etwas vergrößert; *c* Cotyledon; *r* Axenorgan; *sp* die Keimungsspalte, unter welcher vom Cotyledon umschlossen das Keimknöspchen liegt. — 14 Der halbaufgesprungene reife Fruchtknoten, 1/4 d. nat. Gr.; man bemerkt die Samenreihen am Mittelsäulchen unterhalb *a*; *b* Querschnitt einer der drei Klappen, als Beispiel des fachspaltigen Aufreißens der Frucht. — 15 Der halb aufgesprungene reife Fruchtknoten der Herbstzeitlose (Colchicum autumnale) nebst nebenstehendem Querschnitte, als Beispiel des scheidewandspaltigen Aufreißens der Frucht.

auch am drüsigen Connektiv der Antheren und auf der Narbe ausgesondert werden, den Blüthenstaub an ihren Beinen von den Antheren auf die Narbe übertragen. Die auf die Narbe gelangte Pollenzelle treibt, durch die aufgesogene Feuchtigkeit anschwellend, einen Pollenschlauch, welcher an der durch die Längsfalte der Pollenzelle bezeichneten Stelle hervortritt, indem hier bei der Ausdehnung der Zelle eine Linie entsteht, auf welcher die äußere Verdickungsschicht fehlt. Der Pollenschlauch dringt zwischen die haarförmigen Drüsenzellen der Narbe ein, indem er durch Endosmose aus denselben Flüssigkeit aufsaugt, mit deren Hülfe er sich mehr und mehr ausdehnt. Das drüsige Zellgewebe, welches den Griffelkanal auskleidet, begünstigt in gleicher Weise die Verlängerung des Pollenschlauches und leitet denselben allmählig bis in die Fruchtknotenhöhlung hinab. Es hat daher den Namen „leitendes Gewebe“ erhalten. Der in eines der drei Fächer des Fruchtknotens eingedrungene Pollenschlauch fährt auch hier noch fort, sich zu verlängern, bis er in die Mikropyle eines Samenknöspchens gelangt. In diese dringt er ebenfalls ein und da nur eine einzige Schicht platter Zellen des Perisperms das Keimsäckchen bedeckt, so gelangt er zwischen jenen hindurch leicht bis an dieses. Die Zellenmembran des Keimsäckchens ist äußerst zart, fast gallertartig, und die gleiche Beschaffenheit besitzt auch die Wandung des Korpuskulum, welches unmittelbar die Wandung des Keimsäckchens berührt. So scheint es möglich zu werden, daß durch die zarte Membran des Pollenschlauches und die Wandung des Keimsäckchens und des Korpuskulum hindurch ein Austausch der Säfte stattfinde. Das Korpuskulum enthielt schon vor dieser Befruchtung einzelne, zum Theil verhältnißmäßig große Zellen, welche bisweilen wieder Kernbläschen umschließen; allein alle diese Zellen lösen sich wieder auf. Nach der Berührung des Pollenschlauches aber erzeugt sich im Korpuskulum, und zwar in dem der Mikropyle und der Berührungsstelle des Pollenschlauches entgegengesetzten Ende, eine große Keimzelle (Fig. 208, 8). Bald theilt sich diese durch Entstehung einer oberen und einer unteren Tochterzelle. Die beiden Tochterzellen erfüllen das ganze Korpuskulum. Dieselben sind dem Vorkeime der Gymnospermen zu vergleichen. Beide erleiden eine vielfache Theilung. Die der Mikropyle zugewandte Zelle wird zu einem später ganz zusammenschrumpfenden Aufhänger; die andere Zelle wird zu einem eiförmigen Zellenhäufchen, dem Embryo, welcher früh das Korpuskulum ganz erfüllt und auseinander drängt.

Während die Ausbildung des Embryo vor sich geht, füllt sich das Keimsäckchen mit Zellen, welche zuerst sich an die Wandung anhängen, allmählig aber die ganze Höhlung, so weit diese nicht vom Korpuskulum in Anspruch genommen ist, erfüllen und so nachträglich ein Endosperm darstellen. Dieses Endospermgewebe vermehrt sich sehr lebhaft und dehnt das Keimsäckchen gänzlich auseinander, verdrängt auch das dieses umgebende Zellgewebe des Perisperms der mittlerweile beträchtlich angewachsenen Samenknospe. Da die einzelnen Samenknospen am Samenträger sehr nahe übereinander stehen, so können dieselben sich nicht gleichmäßig allseitig ausdehnen, sondern bedrängen sich in der senkrechten Richtung gegenseitig. Die Samen nehmen daher alle eine zweiseitig stark abgeplattete Form an. Vermittelst des Nabelstranges hangen dieselben auch nach der Vollendung des Embryo am Samenträger. Letzterer läßt sich als ein schwammiger Faden bis an den Knospengrund von der Samendecke ablösen. Unmittelbar neben dem Nabel befindet sich,

noch immer bemerkbar, obgleich bei der nunmehrigen Größe des reifen Samens verhältnißmäßig sehr gering, die Mikropyle. Die äußere Samendecke hat sich zu einer lederig schwammigen Schale entwickelt, die innere Samendecke ist eine zartere Haut geblieben. Das Perisperm ist im reifen Samen so gut wie ganz verschwunden, kaum bemerkt man noch Spuren desselben. Das Endosperm füllt die innere Samendecke unmittelbar als eine fleischige Zellgewebsmasse völlig aus, und in ihm liegt, ohne Spuren des Korpuskulum, eingebettet und verborgen der kleine Embryo (Fig. 208). Dieser kehrt der Mikropyle das eine Ende zu, dem Knospengrunde das andere. Letzteres ist ein Blattorgan, der einzige vorhandene Samenlappen oder Cotyledon, ersteres dagegen ist das äußerst kurze Axenorgan des Embryo. Zwar scheint der Cotyledon auf den ersten Blick auf dem Gipfel des Axenorganes zu stehen; allein es ist dieses eine Täuschung, welche nur durch den unentwickelten, rudimentären Zustand beider Organe entsteht. Durchschneidet man den Cotyledon senkrecht, so findet man da, wo er in das Axenorgan übergeht, eine kleine, ganz nahe unter der Außenfläche liegende und an dieser durch einen kleinen Eindruck bemerkbare Höhlung, in welche der eigentliche Gipfel des Axenorganes, ein sehr zartes Zellenwärzchen, eingeschmiegt ist. Man nennt jene Höhlung die Cotyledonarscheide.

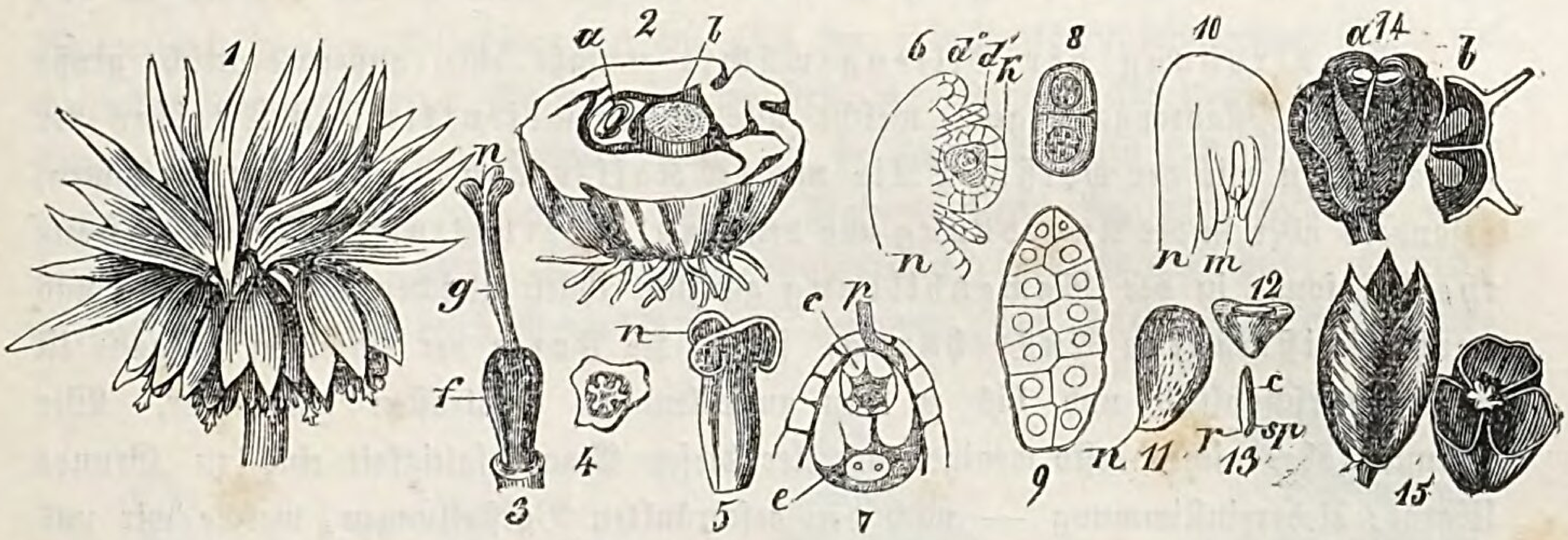


Fig. 208. Die Kaiserkronenlilie (Fritillaria imperialis) und die Entwicklung ihres Samens.

Die Vollendung des Samens erfolgt bei der Kaiserkronenlilie und fast allen Liliengewächsen einige Monate nach der Blüthezeit und somit nach der Befruchtung. Nicht bloß eine Samenknospe wird befruchtet, sondern meistens sehr viele, da sehr zahlreiche Pollenzellen auf die Narbe zu gelangen pflegen. So finden sich denn alle drei Fächer des Fruchtknotens mit Doppelreihen reifer Samenkörner erfüllt. Bis zum Eintritte der Reife dehnen sich die den Fruchtknoten bildenden Blattstieltheile der Karpelle fortwährend aus und jener erreicht dadurch das Mehrfache der Größe, welche er zur Blüthezeit besaß. Sobald die Befruchtung der Samenknospen erfolgt ist, lösen sich die Blumenblätter und Staubfäden, sowie der Griffel des Stempels von ihrem Befestigungspunkte verwelkend ab. Der stehenbleibende Fruchtknoten heißt nun Frucht. Unter einer Frucht verstehen wir also den Samen mit sammt der aus den Karpellen gebildeten Hülle. Aus diesem Grunde konnten wir bei den Gymnospermen wohl von Samen, nicht aber von Früchten reden. Bei den Sporenpflanzen haben wir uns des Ausdruckes „Frucht" mitunter bedient, indem nämlich die Sporen auch bei vielen von diesen innerhalb eigenthümlicher, mehr oder minder einem Fruchtknoten vergleichbarer Hüllen gebildet werden.

Sobald der Same reif wird, trocknen die Zellen der Karpelle aus. Letztere werden zu dürren, pergamentartigen, spröden Kapseln. Da diejenigen Theile der Wandungen vorzugsweise dick sind, in welchen zwei Karpelle zusammengewachsen sind, so krümmen gerade diese sich allmählig rücklings. Dadurch reißen die Karpelle mehr oder weniger um den Samenträger auseinander, und jedes Karpell bekommt einen Riß längs der Mittellinie, so daß dadurch jedes Fach spaltig geöffnet wird.

Beim Keimen treibt der Embryo eine Verlängerung seines Axenorganes gegen die Mikropyle, woselbst dasselbe sich als Würzelchen hervorstreckt. Das sich auflösende Endosperm dient zur Kräftigung des Embryo, welcher die ihm dargebotenen Flüssigkeiten aufsaugt und sich dadurch so verlängert, daß er sich selber lang aus dem Samen herausschiebt. Erst nach der Bildung des Würzelchens beginnt das in der Cotyledonarscheide eingeschlossene Gipfelwärzchen sich als ein deutliches Keimknöspchen zu entwickeln und Blattorgane zu erzeugen. Das erste Blatt dringt, dem Cotyledon gegenüberstehend, aus der Scheidespalte hervor. Indem sodann Blatt auf Blatt rings um das Keimknöspchen hervorbricht, während die Axe kaum eine Verlängerung erfährt, entsteht eine neue Zwiebel.

Die Ordnung der Liliengewächse umfaßt eine außerordentlich große Menge von Pflanzengattungen, welche alle in den wesentlichsten Theilen der Organisation mit der weißen Lilie und der Kaiserkronenlilie übereinstimmen, besonders aber in der Anordnung und den Zahlenverhältnissen der Blüthentheile, sowie in der Samenbildung gänzlich ihnen gleichen. Die Größe und verhältnißmäßige Ausdehnung, sowie die Form der einzelnen Organe ist dabei unerschöpflich und bis zu den auffallendsten Contrasten wandelbar. Wir erkennen aber nichts desto weniger in aller dieser Mannigfaltigkeit eine zu Grunde liegende Uebereinstimmung — nach den beschränkten Vorstellungen, welche wir uns von der Schöpfung zu machen im Stande sind, möchten wir sagen, daß ein gemeinsamer, einfacher Plan erkennbar sei in allen diesen Gestaltungen, eine gemeinsame Grundidee, in deren Ausführung sich die Natur in unendlich möglichen Verschiedenheiten zu erschöpfen scheint.

Nach manchen besondern Eigenthümlichkeiten der Tracht, der Ausbildung der Organe, erkennt man leicht unter allen Liliengewächsen vier verschiedene Gruppen, welche als Familien unterschieden werden können: die Affodillgewächse (Asphodeleæ), zu welchen die Lilien, Kaiserkronen, Tulpen, die Lauchzwiebelgewächse, die Milchsterne, Tuberosen, Hyacinthen, Aloen und Palmlilien gehören, die Zeitlosengewächse (Colchicaceæ), zu welchen nur die Zeitlosen, Germer und Tofieldien, die Smilaceen (Smilaceæ), zu welchen die Maililien, Einbeeren, Spargel, Stechwinden und Drachenblutpflanzen, und endlich die Yamsgewächse (Dioscoreæ), zu welchen die Ignamen und Schmerwurzpflanzen gerechnet werden.

Die Asphodeleen haben meist alle Zwiebeln und treiben nur Zweigstengel oder Schäfte aus der Erde empor. Bei den Smilaceen finden wir einen Uebergang zwischen der Zwiebel- und Stammbildung, nämlich eine Hauptaxe, welche sich fast wenig mehr verlängert, als die der Zwiebel, und welche stets unter dem Boden verborgen bleibt, welche aber dabei nur kleine schüppchenförmige Blattorgane

besitzt, und daher leichter, als die Zwiebelaxe, als ein Axenorgan erkannt wird. Ein solches kurzes unterirdisch bleibendes Axenorgan erinnert uns ganz an unsere einheimischen Laubfarren. Man nennt dasselbe auch hier Wurzelstock oder Rhizom, weil es seiner Lage und Farblosigkeit wegen leicht für eine Wurzel gehalten wird. Ein solches Rhizom sendet jährlich nahe hinter seinem seitwärts gerichteten Gipfelsprosse einen Zweigstengel aus, welcher dann leicht für eine selbstständige Pflanze gehalten wird, jedoch nur als Zweig betrachtet und etwa mit dem Wedel der Laubfarren verglichen werden darf. Auch lösen sich hier ebenso die mit entwickelten Blättern und Blüthen versehenen Zweigstengel nach der Samenreife im Herbste von der kriechenden Hauptachse durch Bildung einer Narbe los, wofür die Maililien zum Theil sehr ausgezeichnete Beispiele liefern (Fig. 209). Beim Spargel sind es die jungen Zweigstengel, welche wir genießen. Der Wurzelstock dauert viele Jahre unter dem Boden fort; man nennt daher die mit solchem versehenen Pflanzen insbesondere wohl „ausdauernde" oder „perennirende." Es gibt übrigens auch Liliengewächse mit aufrechter und sehr entwickelter Hauptaxe, sogar wirklich baumartige, wie die Aloen (Aloe) * und die Palmlilien (Yucca), welche letztere wirklich im Wuchse den Palmen ähneln. Eine ganz eigenthümliche Form nimmt der Wurzelstock bei den Dioskoreen an. Bei der Elephantenfußschmerwurz ist er ein bienenkorbförmiger kurzer Stamm, an welchem die dünnen, sich windenden Zweigstengel sich so gering ausnehmen, als ob sie gar nicht dazu gehörten. Bei der gemeinen Schmerwurz ist er ein großer Rübenknollen; bei den Ignamen oder Yamspflanzen (Fig. 181) ist er bald handförmig, bald wurmförmig, oft sehr seltsam gedreht und wird Yamswurzel genannt (Fig. 210). Dieser „Yams-

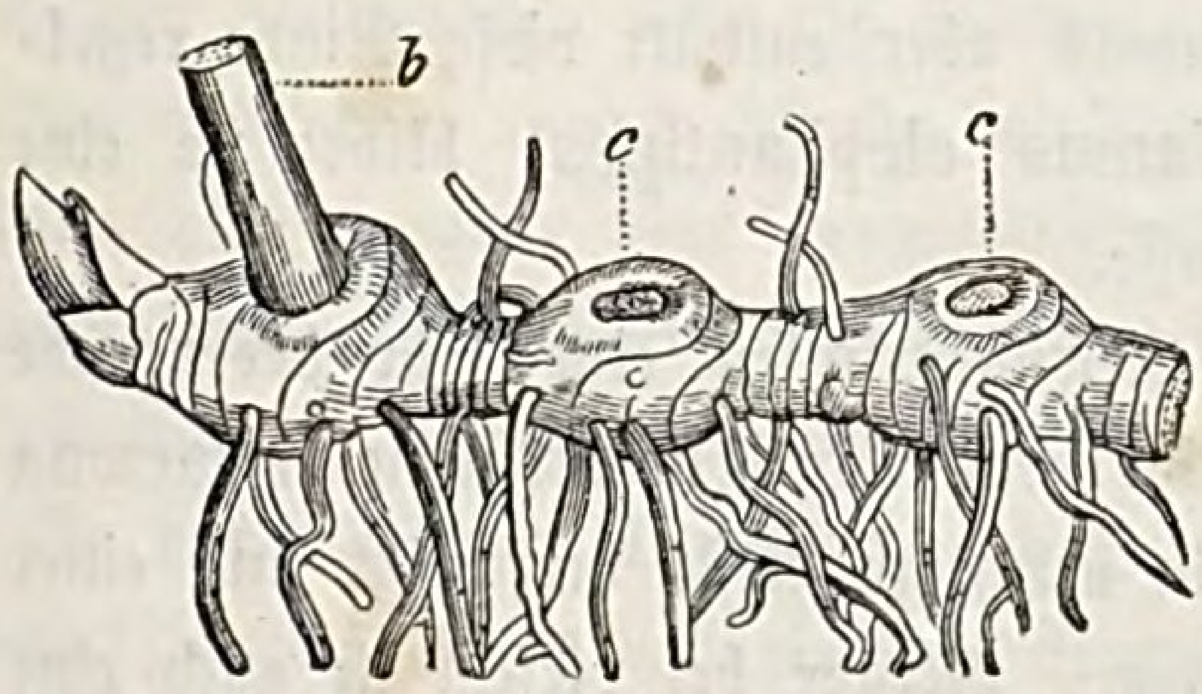


Fig. 209. Das Rhizom der Salomonsmaililie (Convallaria polygonatum). *

* b Der gegenwärtige Zweigstengel, abgeschnitten; b' der Gipfelsproß, an welchem sich schon die Knospe eines folgenden Zweigstengels zeigt; c c Narben der früheren Zweigstengel, „Salomonssiegel" genannt.

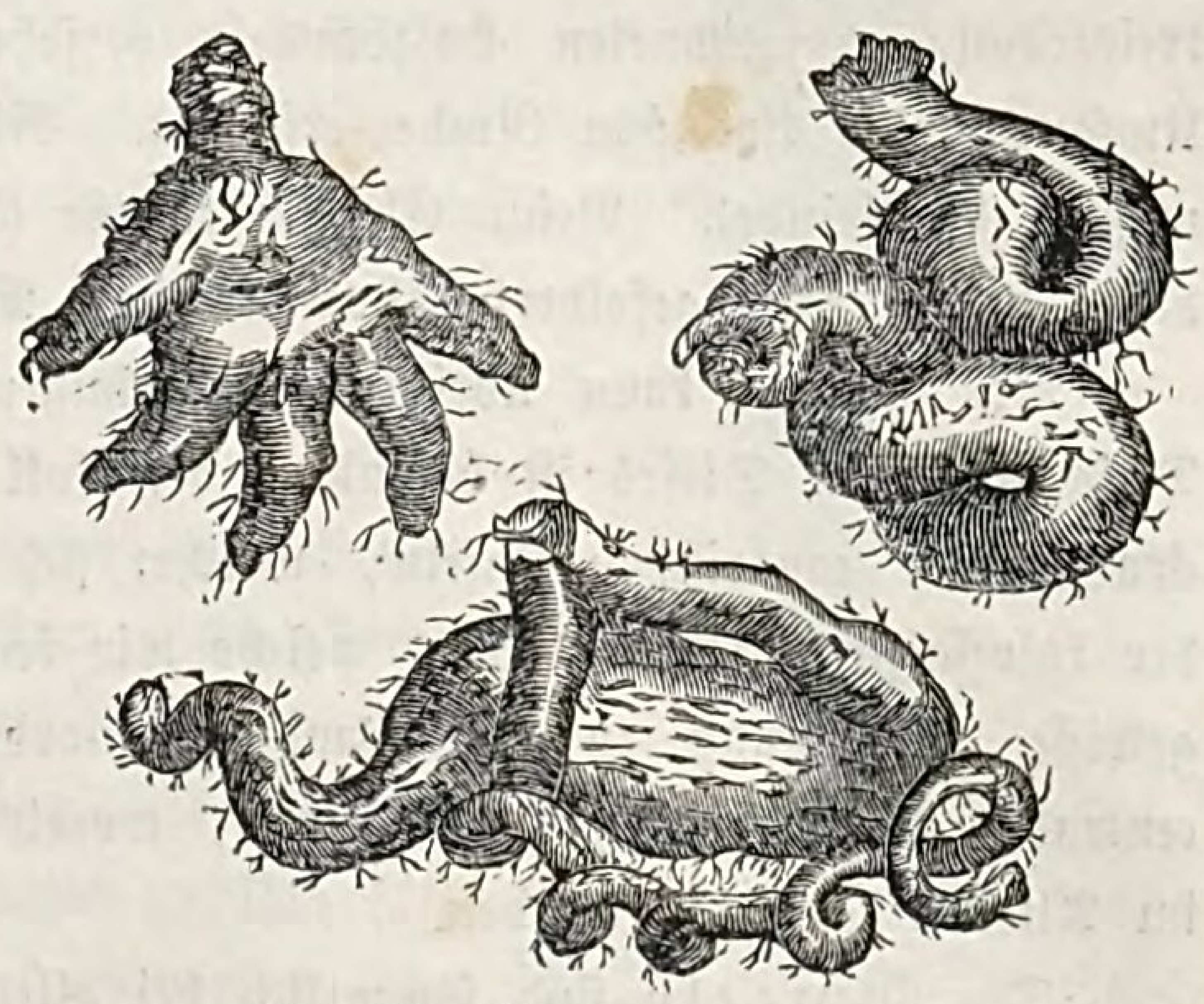


Fig. 210. „Yamswurzeln". *

* Verschiedene Formen des knolligen unterirdischen Stockes (Rhizomes) der Ignamen (Dioscorea sativa und alata).

wurzeln" wegen baut man in Ostindien und auf den Inseln der Südsee die Ignamen ebenso an, wie bei uns die Kartoffeln, denen sie durch die Ablagerungen großer Vorräthe von Stärke („Mandioccamehl") in dem fleischigen Zellgewebe gleichen.

Die Axenorgane zeigen sämmtlich die zerstreute Anordnung der Gefäß- und

* Mit den ächten Aloen darf man nicht verwechseln die in unsern Gärten nicht selten gezogenen Agaven (Agave), welche zu den Schwertliliengewächsen (Ensalaę) gehören und irrthümlich auch oft Aloen genannt werden.

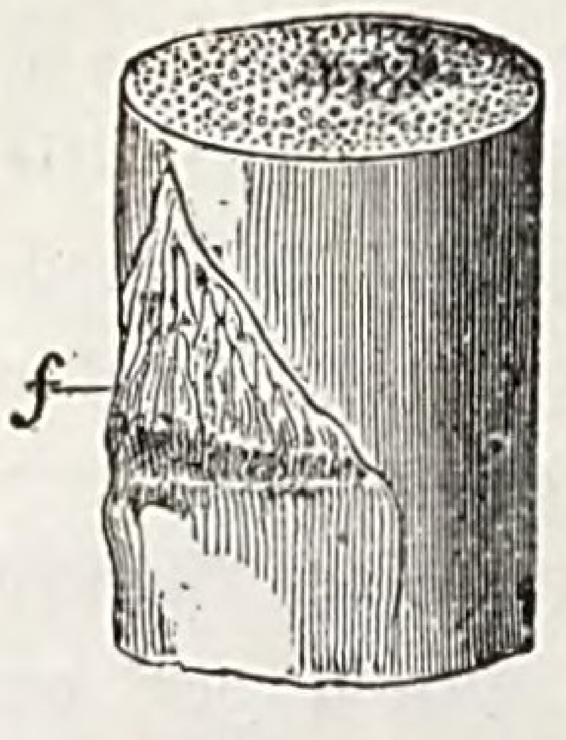


Fig. 211.
Ein Stück eines monocotyledonischen Stengels — vom gemeinen Spargel (**Asparagus officinalis**) — wo die Punkte auf dem Schnitte die Gefäß- und Prosenchymbündel andeuten; *f* ein schuppenförmiges Blatt.



Fig. 212. Die Wurzeln des gelben Affodill (**Asphodelus luteus**). *

* Man bemerkt die ersten, schon ziemlich ausgewachsenen Wurzeln, und rings um diese einen Kreis jüngerer, kleinerer.



Fig. 213. Die Blüthenrispe der prächtigen Palmlilie (**Yucca gloriosa**). *

* *a'* Die Axe des Blüthenschaftes; *a''* Seitenäste; *a'''* Nebenäste, welche unmittelbar eine Blume tragen und daher „Blüthenstielchen" genannt werden; — *b*, *b*, *b*, *b* Deckblätter verschiedener Ordnungen. Am Gipfel der Rispe tragen die Seitenäste *a''* unmittelbar Blumen und die Axe *a'* schließt ebenfalls mit einer solchen.

Prosenchymbündel, weßhalb auch bei den baumartigen Liliengewächsen, wie bei allen Monocotyledoneen nie ein festes geschlossenes Holz gebildet wird. Dennoch ist mitunter eine stärkere Zusammendrängung der Holzbündel in einem gewissen Abstande zwischen dem Centrum und der Peripherie auf einem Querschnitte bemerkbar, in Folge deren in der Mitte das Parenchym vorherrscht und an das Mark der mit kreisförmig angeordneten Holzbündeln versehenen Pflanzen erinnert, während am Umfange eine Art von Rinde erscheint. Niemals aber enthält diese Rinde regelmäßige Bastbündel. Beim Elephantenfuße (Tamus elephantipes) bildet sie eine dicke, durch Risse gefelderte, korkartige Masse.

Der Stamm kann übrigens bei einigen Liliengewächsen eine sehr bedeutende Dicke erreichen. Dieses ist besonders der Fall bei dem Drachenblutbaume (Dracæna draco) der canarischen Inseln, welcher sich in mächtige Aeste verzweigt und einer der kolossalsten Bäume wird, welche wir kennen. Gerade bei diesem ist auch eine gewisse Hinneigung zu kreisförmiger Anordnung der Gefäßbündel und zu einem centralen Markparenchyme vorhanden, womit es zusammenhangt, daß diese Bäume im Alter innen hohl werden.

Die Wurzeln sind sämmtlich bei allen Liliengewächsen Adventivwurzeln (Fig. 212), sowohl wenn sie aus einem Zwiebelkuchen entspringen, als auch wenn sie am Rhizom und wenn sie an einer stammförmigen Hauptaxe stehen.

Die Zweigstengel der mit Zwiebeln oder Rhizomen versehenen, ebenso aber auch die oberirdisch entspringenden Zweige der eine stammartige Hauptaxe ausbildenden Liliengewächse, sind, das Beispiel des Drachenblutbaumes ausgenommen, nicht dauernd, sondern fallen nach der Samenreife wieder ab. Die aus einem Rhizome entspringenden Zweigknospen werden Stockknospen (turio) genannt, so z. B. die eßbaren Spargel. Die Zweigaxe selber ist mitunter völlig einfach und selbst ganz blätterlos, wie bei der Tulpe, wo sie nur eine einzige Blume trägt; bald

entspringen viele Blüthenstielchen so nahe übereinander rings um die Axe, daß sie, wie bei den Laucharten, eine Dolde darstellen; bald besitzt die Axe viele kleine Seitenäste, deren jeder in eine Blume endigt, wie bei der Hyacinthe und bei den Maiglöckchen, bald sind auch diese Seitenäste noch wieder verästelt und blumentragend, wie bei der herrlichen Blüthenrispe der Palmlilie (Fig. 213). Unter den Aesten und Aestchen bemerkt man oft kleine Blattorgane, welche hier Brakteen oder Deckblätter heißen, meistens aber, wie bei der weißen Lilie, hinfällig sind, d. h. sich von selber ablösen. Bei dem sehr vielfach verästelten Zweigstengel des Spargelstockes finden sich überall solche Deckblättchen in Form kleiner Schuppen, welche den Blattscheidentheil eines Blattes vorstellen; eigentliche Blätter fehlen gänzlich. Manchmal kommt es bei dieser Pflanze vor, daß Zweige sich sehr platt und breit, blattförmig gestalten, eine Mißbildung, welche man Bandirung (fasciatio) nennt, und welche unter den Dicotyledoneen bei den Zweigen der Eschen mitunter, bei einer niedlichen Zierpflanze unserer Gärten, der Hahnenkammblume (Celosia cristata) dagegen, sowie bei der Blattstengelpflanze (Fig. 214), ganz regelmäßig vorkommt, wodurch dann die Täuschung entstehen könnte, als entspringen Seitenästchen und Blüthen aus dem Rande eines Blattes.



Fig. 214. Die Zweigbandirung, dargestellt an einem dicotyledonischen Gewächse der Blattstengelpflanze (Xylophylla longifolia).*

* r Bandirter Zweig; f Blüthenäste.

Die Form der Blätter ist außerordentlich mannigfach. Bald sind nur Blattstiele, als mehr oder weniger lange Schuppen oder Scheiden, der Axe angelegt oder diese umfassend, ausgebildet; in vielen andern Fällen geht die Blattstielscheide unmittelbar in das eigentliche Blatt über, oder sie ist an die Axe angewachsen, so daß nur das eigentliche Blatt bemerkbar wird. Bei vielen Liliengewächsen verschmälert sich die Blattstielscheide allmählig in einen mehr oder minder langen wirklichen Stiel, an dessen Ende eine lanzen- oder herzpfeilförmige Blattspreite sich ausbreitet. Bei vielen Lauchgattungen sind die Blätter pfriemförmig, ganz rund im Querschnitte, und in diesem Falle durch stärkere Vermehrung des peripherischen Parenchyms, mit welcher das centrale Parenchym nicht gleichen Schritt halten kann, mehr oder weniger hohl und selbst dick hohlbäuchig, wie bei der Gartenzwiebel oder Zipolle (Allium cepa). Die Aloen zeichnen sich durch fleischig saftreiche Blätter aus, welche mit dicker, lederartig fester Oberhaut bekleidet sind. Diese Oberhaut besitzt äußerst wenige Spaltöffnungen, nur etwa 100 auf der ganzen Unterseite eines solchen sehr großen Blattes, während die Oberseite deren ganz entbehrt. Bei anderen viel kleineren Blättern zählt man oft mehrere Tausende auf jeder Fläche, im Allgemeinen aber auf der unteren mehr, als auf der oberen. — Der Verlauf der Gefäßbündel ist bei vielen Liliengewächsen außerordentlich parallelstreifig oder bogenstreifig. Da das Gewebe der Gefäßbündel weit fester ist, als das des Parenchyms, so kann man durch Einweichung in Wasser, wobei das Parenchym in Fäulniß übergeht,

die Gefäßbündel, besonders den Basttheil derselben, ganz vom Parenchym befreien. Eine Liliacee Neuseelands, der sogenannte neuseeländische Flachs (Fig 214, a), besitzt in den langen Blättern Bastfasern von außerordentlicher Zähigkeit und Feinheit, und diese Pflanze, aus welcher die Eingeborenen auf eine sehr unvollkommene Weise diese schönen, gelblich seidenglänzenden Fasern gewinnen, ist mit Glück nach Europa verpflanzt worden, wo sie gegenwärtig in Frankreich schon in großer Ausdehnung angebaut wird. Der aus ihr zubereitete Faserstoff wird als das ausgezeichnetste Material zur Seilerei betrachtet. Irrthümlich nennt man es oft Manillahanf.



Fig. 214, a. Der neuseeländische Flachs (Phormium tenax).

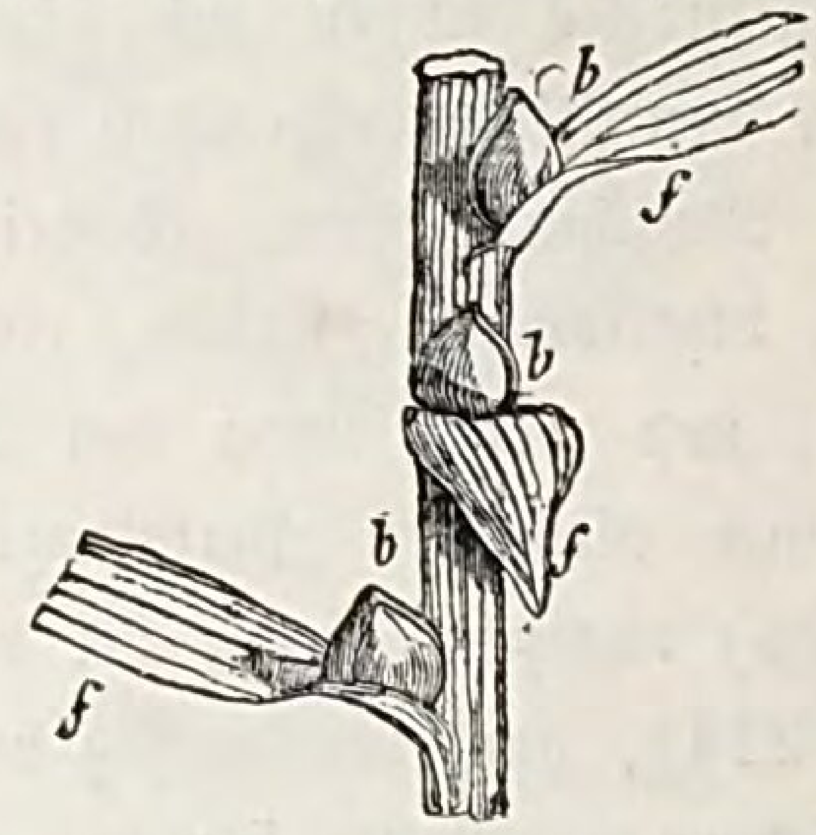


Fig. 215. Ein Stück des Zweigstengels der Feuerlilie (Lilium bulbiferum).

* *ff* Blätter; *b b* Knospenzwiebeln.

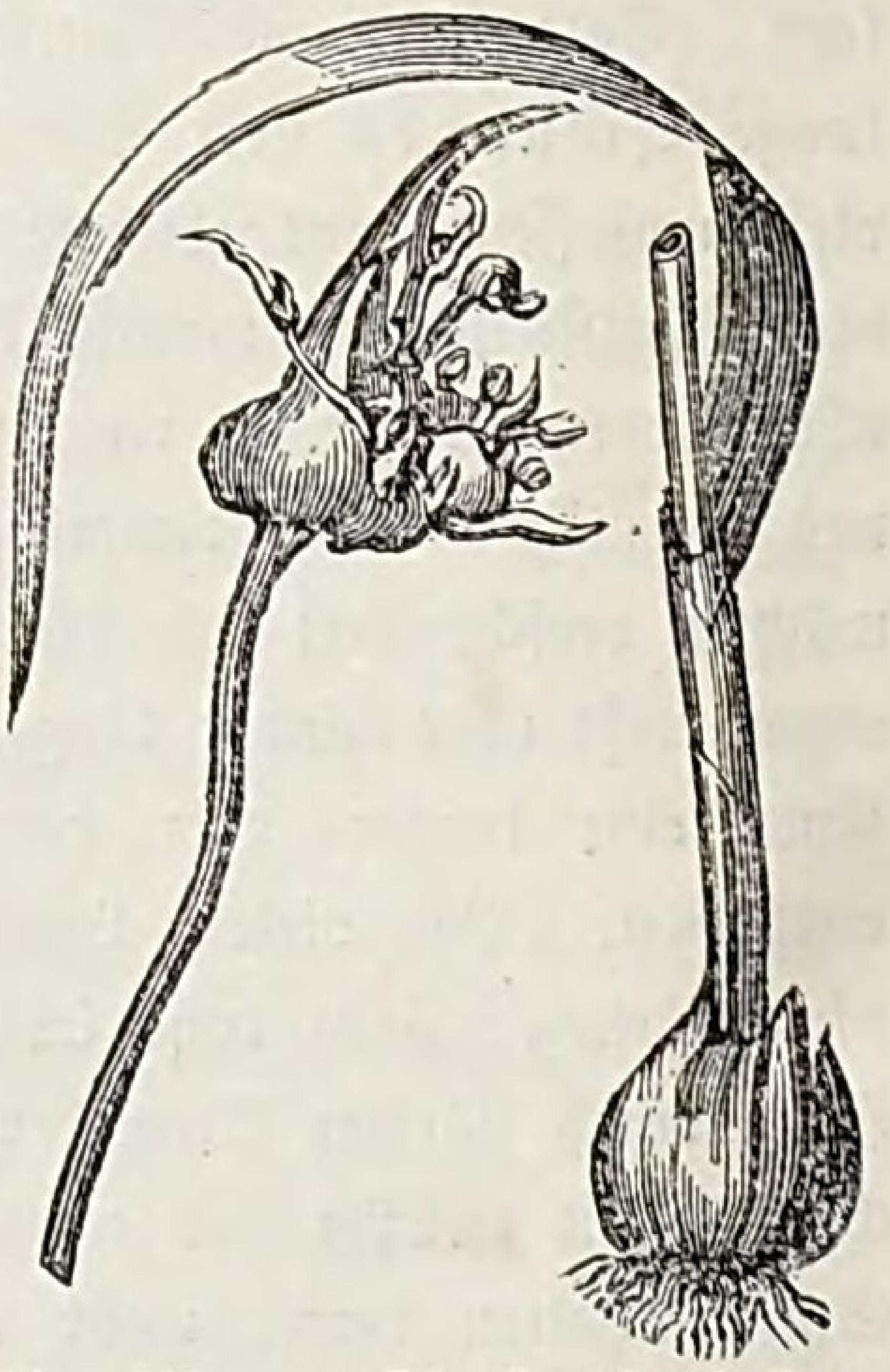


Fig. 215, a. Die Knoblauchpflanze (Allium sativum); Zwiebel, Schaft und Blatt, Blüthenscheide und Blüthen, welche aus derselben hervorbrechen.

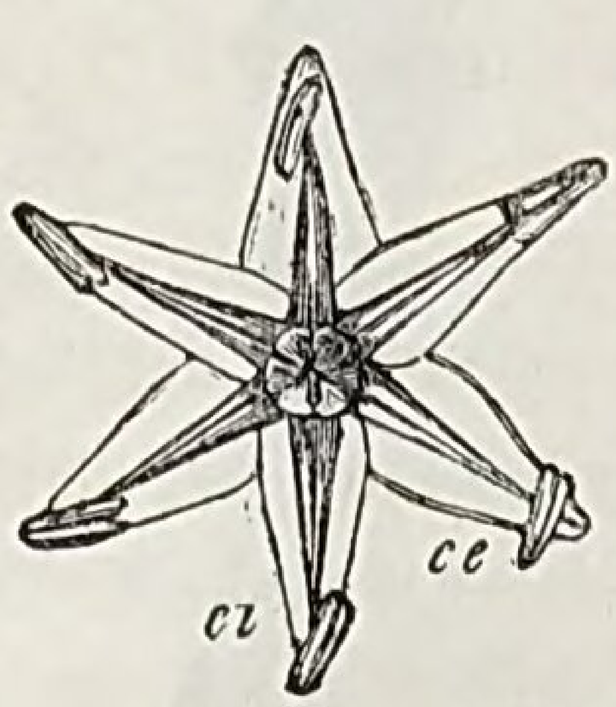


Fig. 216. Blüthe der Herbstsquilla (Scilla autumnalis) von oben hinein gesehen. *

* *ce* Drei Kelchblätter, welchen die drei Staubfäden des ersten Kreises entsprechen; *ci* drei Kronenblätter, welche den drei Staubfäden des zweiten Kreises entsprechen.



Fig. 217. Querschnitt der Blüthe der Herbstsquilla, in der Knospenlage deutlich die Dreizähligkeit aller Organe beweisend. In jedem der drei Fächer des durchschnittenen Fruchtknotens sieht man zwei Samenknöspchen.

In den Achseln der oberen, am Zweigstengel stehenden Blätter, entspringen bei der Feuerlilie und mitunter auch bei einigen andern Liliengewächsen Achselknospen mit sehr fleischigen Knospendecken, welche ganz die Form von Zwiebeln besitzen (Fig. 215), und in der That nichts anderes sind, als oberirdische Brutzwiebeln. Sie beweisen die völlige Gleichartigkeit zwischen Zwiebeln und Zweigknospen. Man nennt dieselben Knospenzwiebeln oder Bulbillen. Sie fallen von ihrem Befestigungspunkte ab und dienen so, auf den Boden gelangend, zur Fortpflanzung dieser Gewächse. Kommen auch bei den Dicotyledoneen keine eigent-

lichen Zwiebeln vor, indem an solchen Axen, deren unteres Ende zwiebelähnlich erscheint, doch stets wirkliche Blätter entwickelt sind, so findet sich doch auch bei solchen ein ausgezeichnetes Beispiel von Bulbillen in den Achseln von Stengelbättern bei der zu den Cruciferen oder Kreuzblüthlern gehörigen Zahnwurz (Dentaria bulbifera).

Bei den Lauchzwiebelgewächsen, welche die Sippschaft der Alliaceen bilden, steht an der auf vielen kurzen deckblattlosen Aesten die Blumen tragenden Blüthenaxe allemal ein außerordentlich entwickeltes, kahnförmig zusammengebogenes Blatt, welches vor dem Aufblühen alle Blumenknospen scheidenartig umhüllt (Fig. 215, a). Man nennt dieses gemeinsame Deckblatt die Blüthenscheide (spatha).



Fig. 218. Querschnitt (Diagramm) der Blüthenknospe des pyrenäischen Milchsternes (Ornithogalum pyrenaicum), welcher ebenfalls deutlich die Dreizähligkeit aller Organe erkennen läßt.

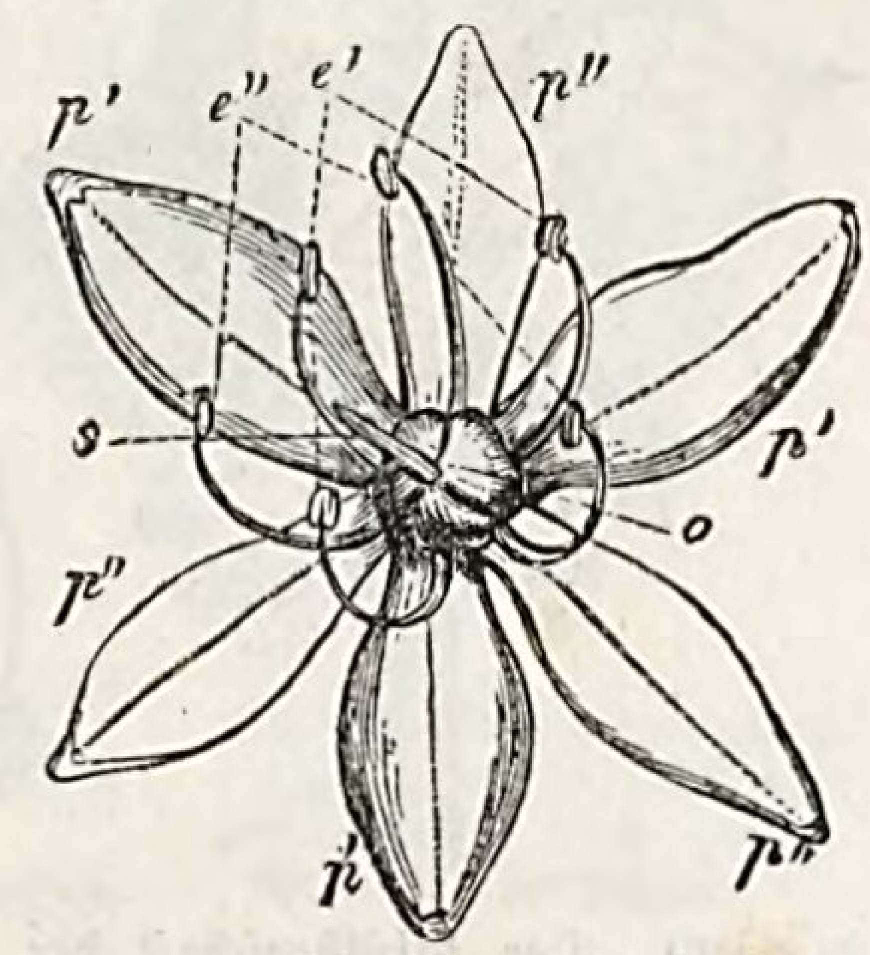


Fig. 219. Die Blume der italienischen Squilla (Scilla Italica). *

* p' Die drei Kelchblätter; p'' die drei Kronenblätter des Perigons; e' die drei ersten Staubfäden, den Kelchblättern entsprechend; e'' die drei Staubfäden des zweiten Kreises, in der Stellung den Kronenblättern entsprechend; o Fruchtknoten; s Griffel.

Alle Organe der Blume sind bei den Liliengewächsen stets nach der Dreizahl geordnet (Fig. 216—218) — ein Verhältniß, welches übrigens bei allen Monocotyledoneen fast als ausnahmslose und nur durch Verkümmerung einzelner Theile in manchen Fällen regelmäßig gestörte Regel erscheint, während bei den Dicotyledoneen fast eben so allgemein die Fünfzahl vorherrscht. Es besteht eine jede lilienartige Blume (Fig. 219) aus drei Kelchblättern, drei Kronenblättern, zweimal drei Staubfäden und dreien Karpellblättern. Nur die Einbeere (Paris quadrifolia) und das Schattenblümchen (Majanthemum) machen eine Ausnahme, indem bei ihnen alle Organe durch Verkümmerung von je zwei Gliedern jedes Kreises die Vierzahl (4×3 weniger 4×2) oder gar die Zweizahl (2×3 weniger 2×2) zeigen. Bei allen sind die Kelchblätter in der Farbe den Kronenblättern ziemlich gleich; bis zur völligen Entwicklung des Blüthenstieles grün und die Kohlensäure zersetzend, dann aber gelb, roth, blau oder weiß und Kohlensäure bildend. Die Milchsterne behalten immer die grüne Färbung auf der äußeren Fläche der Kelchblätter theilweise bei. Durch die eng zusammengedrängte Lage, in welcher sie sich entwickeln, verwachsen die Blumenblätter bei sehr vielen Arten mehr oder weniger. So bilden sie bei der Hyacinthe eine kurze glockige Röhre, mit tief sechsspaltigem Saume; bei den kleinen Blüthen der Muskatblümchen (Muscari) stehen am Saume eines bauchig krugförmigen Glöckchens nur sechs geringe Spitzchen, als Andeutungen der sechs verwachsenen Perigonblättchen, frei hervor. Auch die Maiglöckchen zeigen eine ähnliche Verwachsung. Bei den Hyacinthen und einigen anderen sind auch die Staubfäden mit dem unteren Theile ihrer Filamente an die innere Seite der Perigonblätter angewachsen.

Die Staubfäden beweisen bei den Lauchzwiebelgewächsen ihre Blattnatur durch eine blattartige Form der Filamente; der Saum des dem Blattstiele (Phyllodium) entsprechenden Filamentblättchens ragt dabei mit zwei Spitzen („Nebenblättchen") neben den Antheren hervor. — Daß die Blumentheile mit den Schuppen

einer Zwiebel verglichen werden dürfen, solches beweisen ebenfalls manche Lauchgattungen, indem sie anstatt der Blumenknospen auf den Blüthenstielen vollkommene Zwiebelchen (Fig. 220) erzeugen, welche auf den Boden gelangt, einer selbstständigen Weiterentwicklung fähig sind, wie die Bulbillen.



Fig. 220. Der Blüthenschaft der Baumzwiebel (Allium proliferum) mit Blüthenstielen, welche theils Blumen, theils anstatt dieser kleinere und größere Zwiebel tragen.

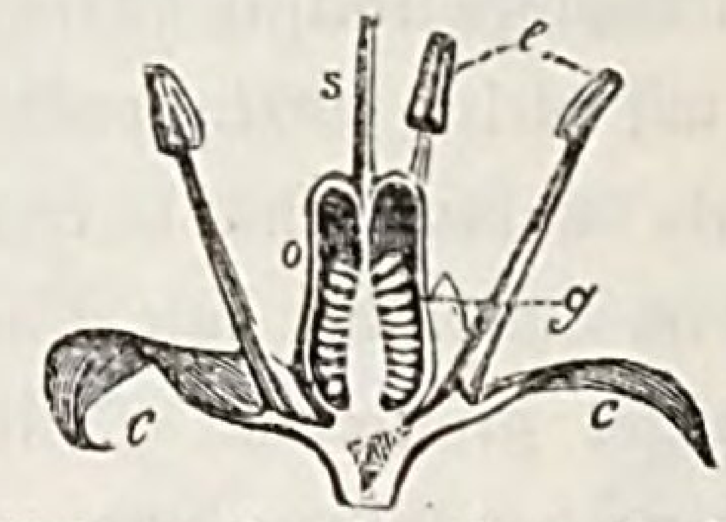


Fig. 221. Die Blüthe der Herbstsquilla senkrecht durchschnitten.*

* cc Perigonblätter; e Staubfäden; s Griffel; o Fruchtknoten; g Samenknospen.

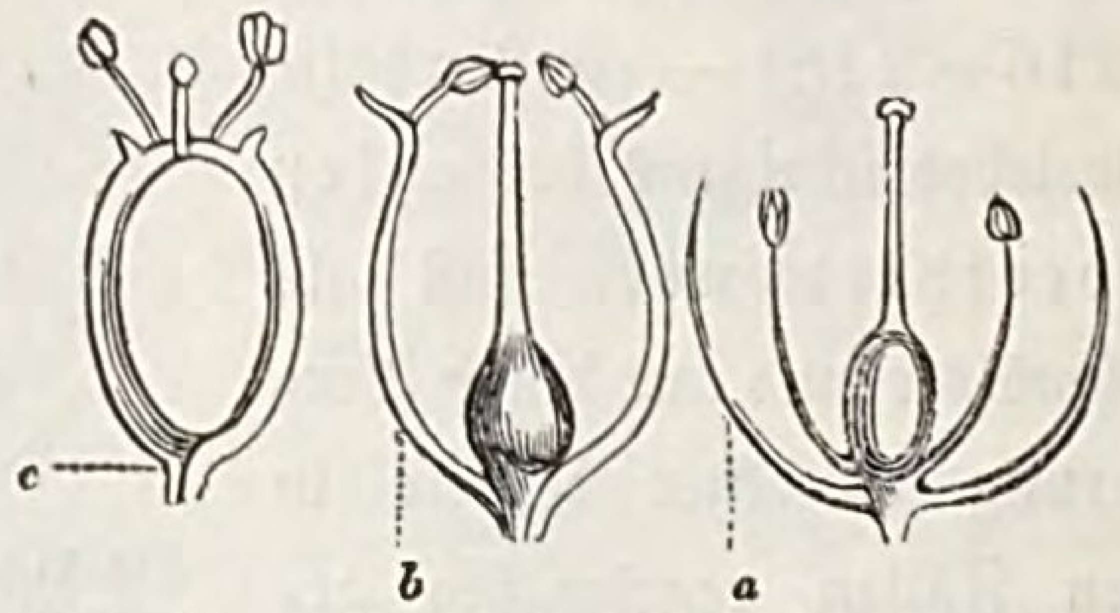


Fig. 222. Ideale senkrechte Blüthendurchschnitte.*

* a Hypogynische Blume, die Blume ist unterständig, der Fruchtknoten oberständig; b perigynische Blume; die Staubfäden sind mit den Blumenblättern theilweise verwachsen und scheinen auf diesen zu stehen; die Blumenblätter sind theilweise an den Fruchtknoten angewachsen; c epigynische Blume; der Fruchtknoten ist von den Blumenblättern ganz umhüllt.

Honigsaft aussondernde Nektarien an den Blumenblättern oder am Connektiv der Antheren zeichnen viele Liliengewächse aus. Die meisten derselben hauchen die süßesten Wohlgerüche aus, wofür die Hyacinthen und Tuberosen (Polyanthes tuberosa) bekannt sind. Diese Düfte entwickeln sich im Allgemeinen am stärksten am Abend bei eintretender Nacht; ihnen sind wohl großentheils die nervenerregenden, mitunter selbst tödtlich betäubenden Folgen zuzuschreiben, welche Blumen in geschlossenen Zimmern Schlafenden zu bereiten pflegen, und welche man irrthümlich der, viel zu geringen, Menge von Kohlensäure, welche bei Nachtzeit von den Pflanzen, von den Blumen aber auch bei Tage, ausgeht, zuzuschreiben pflegt.

Der Stempel (Fig. 221) zeigt immer äußerlich einen unteren grünen Fruchtknotentheil und einen oberen gelben oder röthlichen, viel dünneren Griffeltheil. Bei der Tulpe ist der Griffel äußerst kurz, so daß die Narbe nur als ein dreistrahliger Saum auf dem Fruchtknoten selber erscheint (Fig. 208, 5). Der Griffel trägt oft durch eine Dreitheilung seines Gipfels deutlich seine Zusammensetzung aus den Spitzen dreier Karpelle zur Schau (Fig. 208, 3). Bei der Sippschaft der Parideen (Paris und Majanthemum) ist er viertheilig. In der Mitte des Fruchtknotens steht als Mittelsäulchen die Fortsetzung der Blumenaxe, an deren Gipfel die Karpelle mit dem Punkte angewachsen sind, an welchem der Griffeltheil derselben beginnt. Am Mittelsäulchen oder Samenträger stehen reihenweise die Samenknöspchen.

Bei einigen Liliengewächsen sind die Blumenblätter, an welche in diesem Falle die Staubfäden theilweise angewachsen sind, mehr oder weniger auch mit dem Fruchtknoten verwachsen und scheinen auf diese Weise nicht unter demselben, sondern rings um denselben oder wohl gar über demselben zu stehen (Dioskoreen), letzteres in

dem Falle, wo die Blumenblätter der ganzen Fläche des Fruchtknotens angewachsen sind bis zum Gipfel. Man unterscheidet nach obigen Verhältnissen unterständige, umständige und oberständige oder hypogynische, perigynische und epigynische Blumen, und es findet sich diese Verschiedenheit in manchen botanischen Handbüchern bei der Eintheilung der Pflanzen benutzt, weßhalb man dieselbe kennen muß (Fig. 222).

Die Entwicklung der Samen und des Keimlings in denselben stimmt bei allen Liliengewächsen überein. Die äußere Samendecke nimmt bei manchen eine harte Beschaffenheit an, während sie bei andern schwammig bleibt, das Endosperm ist bei den einen fleischig, bei andern hornartig verhärtet. Stets liegt ein länglich eiförmiger oder cylindrischer Keimling im Endosperm eingebettet (Fig. 223), welcher fast ganz aus dem Cotyledon besteht, indem nur an dem äußersten, der Mikropyle zugewandten Ende ein kleiner Axentheil sich befindet, dessen Grenze dort die durch ein Pünktchen angedeutete Spalte der Cotyledonarscheide bezeichnet. — Uebrigens gibt es eine Menge von Zwiebelgewächsen, deren Samen sehr häufig nicht befruchtet werden und deren Fruchtknoten dann kurz nach der Blüthe abstirbt. Es scheint, daß die Vermehrung durch Zwiebeln diesen Pflanzen hiefür Ersatz gewähre. Wirklich kommt bei einer Abart der Gartenzwiebel (Allium cepa varietas vivipara), welche man die „lebendig gebärende" benannt hat, sogar eine eigenthümliche Ausbildung der Samenknöspchen vor, welche eine solche Wechselbeziehung noch näher legt und uns zugleich beweist, daß die Samenknöspchen, wie rudimentär auch immer, doch wirkliche Knospen seien. Es nehmen nämlich bei dieser Pflanze die Samenknöspchen innerhalb des Fruchtknotens die Form von Zwiebeln (Bulbillen) an, welche die Karpelle auseinander drängen, und der Knospengrund wird zu einer langen fadenartigen Nabelschnur, an welcher die Zwiebelchen herabhangen, und welche endlich, sich ablösend, dieselben zum Boden fallen läßt. In der That scheinen die Zwiebeln auch in hohem Grade geeignet zu sein, den Samen zu ersetzen; denn sie theilen mit diesem die Fähigkeit, Jahre lang auszudauern und ihre Keimungsfähigkeit zu bewahren, so daß durch sie die Erhaltung einer Pflanzenart kaum minder gesichert erscheint, als durch den dauerhaftesten Samen. In den Mumiengräbern Aegyptens findet man Zwiebeln in den Händen der Leichen, welche vor Jahrtausenden einbalsamirt und mit diesen Gaben nach dem Volksgebrauche versehen worden sind. Man hat solche Zwiebeln, nachdem sie eingepflanzt waren, in unserem Jahrhunderte zu völliger Entwicklung gelangen und dauernd fortvegetiren gesehen.



Fig. 223. Ein Samenkorn der Herbstsquilla, der Länge und Breite nach durchschnitten, vergrößert. *

* t Samendecke; p Endosperm; e Embryo, an welchem unten die Keimungsspalte angedeutet ist.

Die Erzeugung von Bulbillen zeigt sich noch in einer ganz besonderen Weise bei einer Gattung der Milchsterne. Bei dem straußblüthigen Milchsterne nämlich bekommen selbst die Blätter mitunter warzenartige Auswüchse von Zellgewebe, um welche sich sodann ein ringförmiger Wulst erhebt, welcher das Wärzchen umhüllt. Es folgen noch mehrere Auswüchse und das Ganze stellt sich sodann als eine ächte Zwiebel heraus (Fig. 224). Es ist dieses ein



Fig. 224. Die Bildung von Bulbillen auf dem Blatte des straußblüthigen Milchsternes (Ornithogalum thyrsoideum). *

* f Ein Blattstück; b Bulbillen in sehr verschiedenem Grade der Ausbildung.

Beispiel, welches an die Brutknospen der Moose erinnern muß, und welches zugleich beweist, daß auch Blattorgane unter besondern Verhältnissen Knospen tragen können.

Die Zahl der Samenknöspchen in einem jeden Fache des Fruchtknotens ist übrigens keineswegs bei allen Liliengewächsen so groß, wie bei den eigentlichen Lilien, auch stehen sie nicht immer zweizeilig in jedem Fache. Bei den Smilaceen bildet sich oft nur eine einzige Samenknospe aus, und bei den Dioskoreen ist die Zahl meistens auf 1 oder 2 beschränkt.

Bei der Samenreife sind die Karpelle meistens zu spröden, lederig hornigen Kapselfächern geworden, welche entweder fachspaltig aufreißen, oder aber, wie bei den Zeitlosen, scheidewandspaltig in den Scheidewänden sich von einander sondern, wodurch dann besonders deutlich die drei Karpelle als verwachsene Blätter erkannt werden können. Bei den Smilaceen und Dioskoreen nehmen die Karpelle dagegen eine fleischig saftige Beschaffenheit an, so daß die Früchte dieser Pflanzen Beeren sind, von rother oder schwarzblauer Farbe.

Die Zeitlose (Colchicum autumnale) hat ihren Namen daher bekommen, daß es scheint, als ob dieses Gewächs an keine Zeitperioden in seiner Entwicklung gebunden sei, indem die Frucht im Frühlinge erscheint, die Blüthe dagegen im Herbste. Die Sache hängt aber so zusammen, daß die blühende Zweigstengelaxe in dem Jahre der Blüthe gar keine Blätter entwickelt, vielmehr nur die Anlagen zu solchen erzeugt und sich durchaus nicht in die Länge streckt, so daß die Blumenknospe aus der Zwiebel selber unmittelbar hervorbricht. Die Blumentheile sind sämmtlich, mit Ausnahme des Fruchtknotens, sehr lang gestreckt. Die sechs Perigonblätter bilden an ihrem unteren Theile vereinigt eine fast einen halben Fuß lange Röhre bis zur Oberfläche der Erde, und nur der obere freie, daher deutlich zweimal dreiblätterige, Theil derselben ragt aus dieser hervor. Diese Erscheinung der Blüthe fällt in den Herbst. Nach der Befruchtung entwickelt sich der Samen in dem noch in der Zwiebel verborgenen Fruchtknoten. Im folgenden Frühlinge aber bilden sich die Blattanlagen unterhalb desselben an der Axe des Zweigstengels aus, und nun verlängert sich dieser und trägt einen Blätterbüschel aus dem Boden hervor, in dessen Mitte die Frucht erscheint, welche dann an der Sonne reift. Immerhin bedarf dieselbe von der Blüthezeit bis zur Reife acht bis neun Monate.

Einige Liliengewächse machen eine Ausnahme von der allgemeinen Regel, daß jede einzelne Pflanze derselben nur ein geringes Alter erreiche. Besonders gehört der Drachenblutbaum zu denjenigen Bäumen, welche das ehrwürdigste Alter zu erdauern vermögen. Ein Exemplar eines solchen bei Orotava, auf der Insel Teneriffa, besitzt so ungeheure Dimensionen, daß man denselben auf etwa 6000 Jahre schätzt, was natürlich nur nach ungefährer Annahme geschehen kann, da man bei den Monocotyledoneen kein sicheres Mittel der Altersbestimmung besitzt, wie die Coniferen und Dicotyledoneen es in den Jahresringen darbieten. Jener Drachenblutbaum besitzt eine Höhe von 60 Fuß, einen Umfang des Stammes von 45 Fuß, und in der Höhlung des letzteren befindet sich eine kleine Kapelle. Schon im fünfzehnten Jahrhunderte besaß er dieselbe Größe, und schon die heidnischen Ureinwohner der Insel verehrten ihn als ein Heiligthum der ältesten Zeit.

Außer ihrem Reichthume an Stärkemehl, welcher manche Zwiebeln und die Rhizome der Ignamen zu Nahrungsmitteln macht, bieten manche Liliengewächse dem

Menschen noch andere wichtige Substanzen dar. Von diesen verdienen in erster Linie Erwähnung die Lauchgattungen, welche sämmtlich mehr oder minder geeignet sind, als Gewürze zu dienen. Sehr stark riechende ätherische Oele durchdringen alle Theile dieser Pflanzen. Diese Oele, von welchen das Knoblauchöl vorzugsweise bekannt ist, reizen die Augen und die Geschmacks- und Geruchsnerven sehr heftig und ziehen Blasen auf der Haut. Sie besitzen eine Zusammensetzung, welche mit derjenigen des Senföles, des Meerrettigöles, des Meerfenchel- und Löffelkrautöles und anderer ähnlich scharf beizend duftender Oele fast ganz übereinstimmt, und welche besonders, wie diese, Schwefel enthält. Gerade dieser Oele wegen werden die Zipollen, Schalotten, Schnittlauch, Porrelauch, Knoblauch u. s. w. gegessen, sowie auch die Pflanzen, von welchen jene anderen ähnlichen Oele benannt sind. Merkwürdiger Weise ist kein Volk der Erde, welches nicht irgend eine solche Pflanze mit schwefelhaltigem ätherischen Oele als allgemeines Gewürz und als Lieblingsspeise benutzte, und da der menschliche Körper des Schwefels in einem gewissen Grade bedarf, so scheint dieses Naturbedürfniß unbewußt den Menschen zur Auffindung solcher Pflanzen angeleitet zu haben. — Die schleimigen Substanzen der Liliengewächse sind noch sehr wenig genau bekannt. In den Aloepflanzen sind bittere, sogenannte Extraktivstoffe enthalten, über deren Natur man nichts Näheres weiß — man versteht eben unter Extraktivstoffen ein Gemenge von Stoffen, welche sich durch Wasser aus den Pflanzen ausziehen lassen, und welche meistens eine mehr oder weniger braune Farbe annehmen. Die eingedickten, äußerst bittern Säfte der Aloen werden als Arzneimittel sehr geschätzt. — Viele Liliengewächse enthalten giftige Säfte, durch welche sie jedoch ebenfalls wichtige Arzneimittel sind, theils sogenannte scharfe Gifte, wie die Kaiserkronenlilie und andere, theils narkotische, d. h. die Nerven betäubende und lähmende Gifte, sogenannte Narcotica, welche zu den Pflanzenalkaloiden gehören. Vorzüglich ist die Familie der Colchicaceen durch solche Gifte ausgezeichnet, der Germer (Veratrum) enthält das sogenannte Veratrin, und das Gift der Zeitlose, das Colchicin, ist diesem sehr ähnlich. Unter den Pflanzensäuren dieser Ordnung zeichnet sich die Spargelsäure dadurch aus, daß dieselbe eine quaternäre Mischung besitzt, indem sie neben Kohlenstoff, Wasserstoff und Sauerstoff auch eine beträchtliche Menge von Stickstoff enthält.

Ueber die Farbstoffe, welchen wir die Pracht der in unsern Gärten und Treibhäusern cultivirten, sowie der in Feld und Wald wild wachsenden Liliengewächse verdanken, läßt sich leider nach unseren jetzigen Kenntnissen noch wenig mehr sagen, als daß wir dieselben nicht genauer kennen. Der Drachenblutbaum bietet einen ausgezeichneten rothen Farbstoff dar, das sogenannte Drachenblut, welches jedoch nicht von den Blüthen dieses Baumes herrührt, sondern der eingetrocknete Harzsaft seines Stammes ist.

Die Ordnung der Liliaceen ist über alle Gegenden der Erde vom Aequator bis in die kalte Zone hinein verbreitet. Die baumartigen Gattungen finden sich nur in der heißen Zone. Undeutliche Spuren hieher gehöriger Gewächse finden sich in verschiedenen tertiären und selbst in jüngeren sekundären Schichten des Erdbodens. Viele Pflanzenarten dieser Ordnung sind durch den Menschen weit über ihr ursprüngliches, bei einigen gar nicht mehr bekanntes, Vaterland hinaus verbreitet worden. So baut man die Ignamen jetzt überall in der heißen Zone, die Lilien, Hyacinthen

und Tulpen des Orientes in allen unseren Gärten. Letztere Geschlechter liefern merkwürdige Beweise des Einflusses, welchen die Behandlung des Menschen auf die Pflanzen ausüben kann. Der Tulpen gibt es Hunderte verschiedener Spielarten, welche alle von einer einzigen, aus dem Oriente herstammenden Art (Tulipa Gessneriana) durch Cultur erzeugt worden sind. Und diese Art wurde erst im sechzehnten Jahrhundert in Europa bekannt, und von Conrad Geßner in Zürich, nach welchem man sie benannt hat, zuerst wissenschaftlich beschrieben. Die Zahl der Spielarten von der Gartenhyacinthe (Hyacinthus orientalis) geht gleichfalls ins Unendliche.

Zweite Ordnung.

Die Palmen. Palmae.

Baumartige Monocotyledoneen lernten wir schon unter den Liliaceen kennen; die Ordnung der **Palmen** enthält fast nur baumartige Mitglieder. Die Palmen (Fig. 225) unterscheiden sich von allen andern Samenpflanzen dadurch, daß bei ihnen, während die Gipfelknospe immer fortsproßt und die Hauptaxe daher kolossal verlängert, die Entwicklung von Zweigaxen, welche in den Achseln der Blätter entspringen, ganz untergeordnet bleibt und nur der vorübergehenden Blüthen- und Samenentwicklung dient. Mit dieser geringen Ausbildung der Zweigorgane geht aber hier Hand in Hand eine außerordentlich mächtige Entfaltung der Blattorgane, welche uns an die Wedel der Farren und Cykadeen erinnern müssen, wenn gleich sie hier wirkliche Blätter sind.



Fig. 225. Die ostindische Fächerpalme (Corypha umbraculifera).

Der **Stamm** zeigt bei den Palmen die ausgezeichnetste Entwicklung, deren dieses Organ in der Klasse der monocotyledonischen Pflanzen fähig zu sein scheint. Derselbe hat anfänglich große Aehnlichkeit mit einem Zwiebelkuchen, und die Art und Weise, wie an ihm dicht gedrängt die Blätter entspringen und über seinem entwicklungsfähigen Gipfel knospenartig zusammenschließen, läßt überhaupt einen jungen Palmstock einer Zwiebel sehr vergleichbar erscheinen. In der That gibt es einige Palmengewächse, welche ächte Zwiebelbildung besitzen; bei den allermeisten hingegen ist die Ausbildung der Axe bald so hervortretend, daß jeder weitere Vergleich wegfällt. Durch das Parenchym des Stammes laufen, gleich den ersten Blattorganen entsprechend, einzelne Gefäß- und Prosenchymbündel, welchen sich bald eine immer steigende Zahl von neuen derartigen Bündeln zugesellt, ohne daß eine

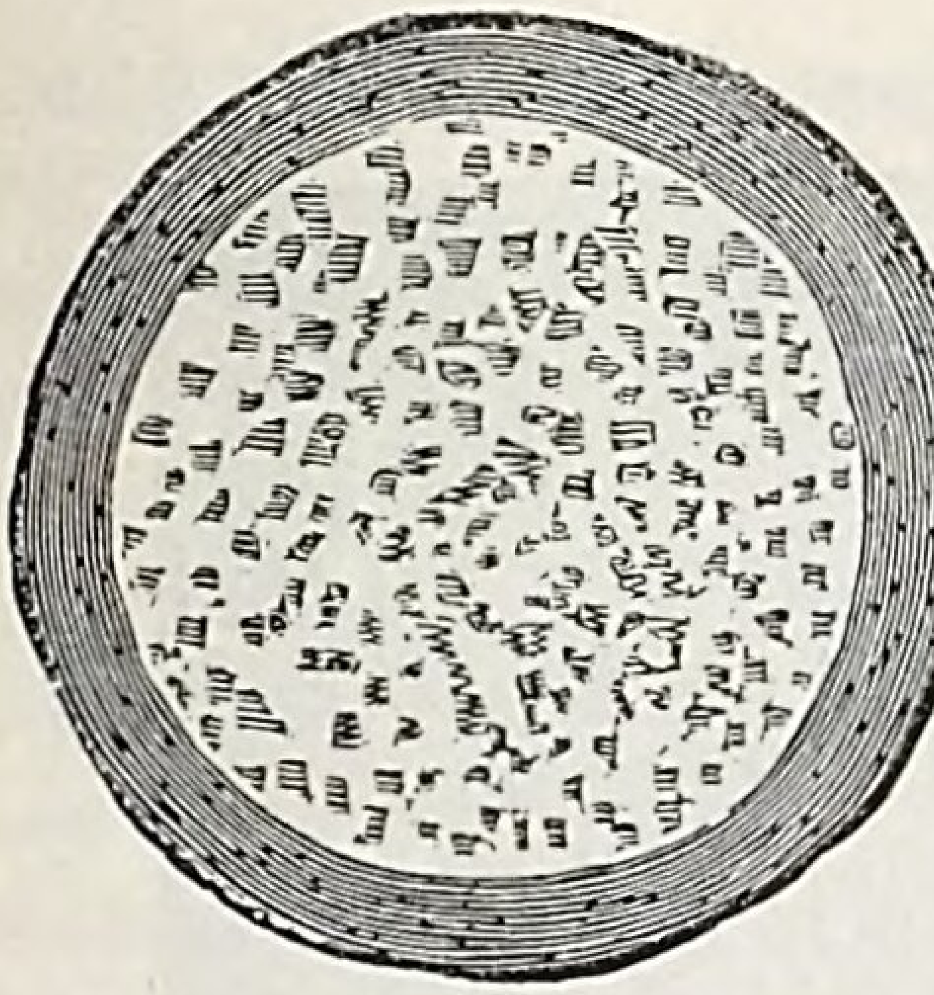


Fig. 226. Durchschnitt durch einen jungen Palmenstock; man bemerkt außen rindenartige Zellschichten; im Innern bezeichnen die dunkleren Stellen die Querschnitte der Prosenchymbündel.

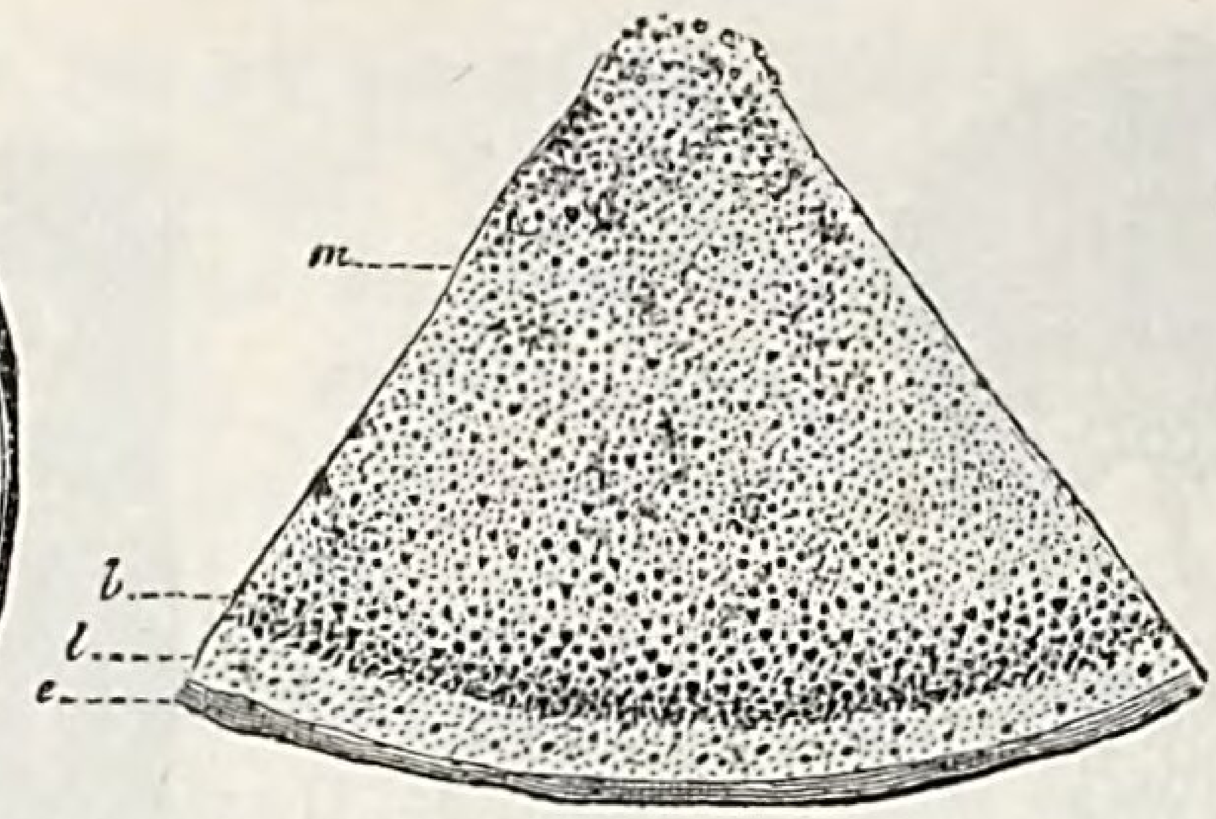


Fig. 228. Ein Ausschnitt von dem Horizontaldurchschnitte des Stammes einer Murumurupalme (Astrocaryum murumuru). *

* *m* Mittlerer, vorherrschend parenchymatischer, markartiger Theil, von wenigen zerstreuten Holzbündeln; *b* die holzigste Zone des Umfanges; *l* die rindenartige Parenchymmasse, mit vereinzelteren, irrig für Bastbündel ausgesprochenen, Holzbündeln; *e* die äußerste, rindenartige Decke.

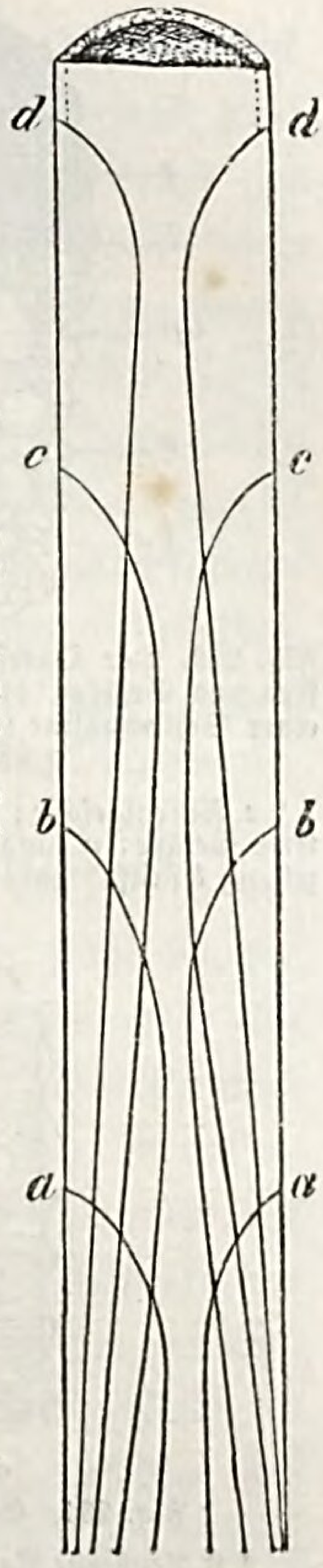


Fig. 227. Verlauf der Holzbündel im monocotyledonischen Stamme.

regelmäßige Kreisstellung derselben irgend wahrnehmbar wäre (Fig. 226). Eine rindenartige Decke erscheint äußerlich zwar auf einem Querschnitte, doch besteht diese theils aus Oberhautschichten, theils aus Geweben, welche den Blattorganen angehören. Während an dem stets mit einer einzigen Knospe fortsprossenden Gipfel des Stockes neue Blätterkreise innerhalb der älteren Blätterkreise entspringen, mehrt sich die Zahl der hier völlig verholzenden Bündel. Die neueren entspringen außerhalb der älteren, da aber allemal die neuesten mit den Blättern des jüngsten und engsten Kreises am Gipfel in Zusammenhang stehen, so laufen sie gegen den Gipfel, den Weg der älteren Bündel, welche schon weiter nach Außen gedrängten Blätterkreisen entsprechen, kreuzend, in schlanker Bogenlinie zusammen (Fig. 227), bis sie allmählig ebenfalls nach Außen gedrängt werden. Kann man nun freilich von einem Markparenchyme, einem Holzkörper und einem Rindenparenchyme als verschiedenen Regionen des Stammes nicht reden, so ist doch gleichwohl sehr häufig eine so starke Zunahme der Holzbündel gegen den Umfang bemerkbar (Fig. 228), daß man im Innern des Stammes mehr und mehr das Parenchym vorherrschen sieht, gegenüber den wenig zahlreichen Holzbündeln, welche diesen Theil durchziehen, während dagegen nach dem Umfange zu die Holzbündel so gedrängt stehen, daß sie mitunter, das Parenchym beinahe verdrängend, fast eine geschlossene Holzzone darstellen, während im alleräußersten Theile wieder das Parenchym vorwaltet und nur von wenigen Holzbündeln durchzogen, an die Rinde der Coniferen und der dicotyledonischen Bäume erinnern möchte. Allein es würde sehr irrig sein, wenn man diesen Vergleich wirklich zulassen wollte, indem derselbe bei genauerem Eingehen in denselben sich durchaus nicht halten läßt. — Die Holzbündel haben in ihren verschiedenartigen Bestandtheilen eine gewisse Uebereinstimmung mit den erstjährigen Holz- und Bastbündeln der vorhin genannten Bäume. Sowie wir nämlich bei den Coniferen Bündel von Prosenchymzellen fanden, mit welchen nach Innen ausgebildete Gefäßröhren, nach Außen dagegen, durch ein Cambium von ihnen geschieden, Bastbündel verbunden waren, so finden wir hier (Fig. 229) in dem nach dem Innern des Stammes gewandten Theile

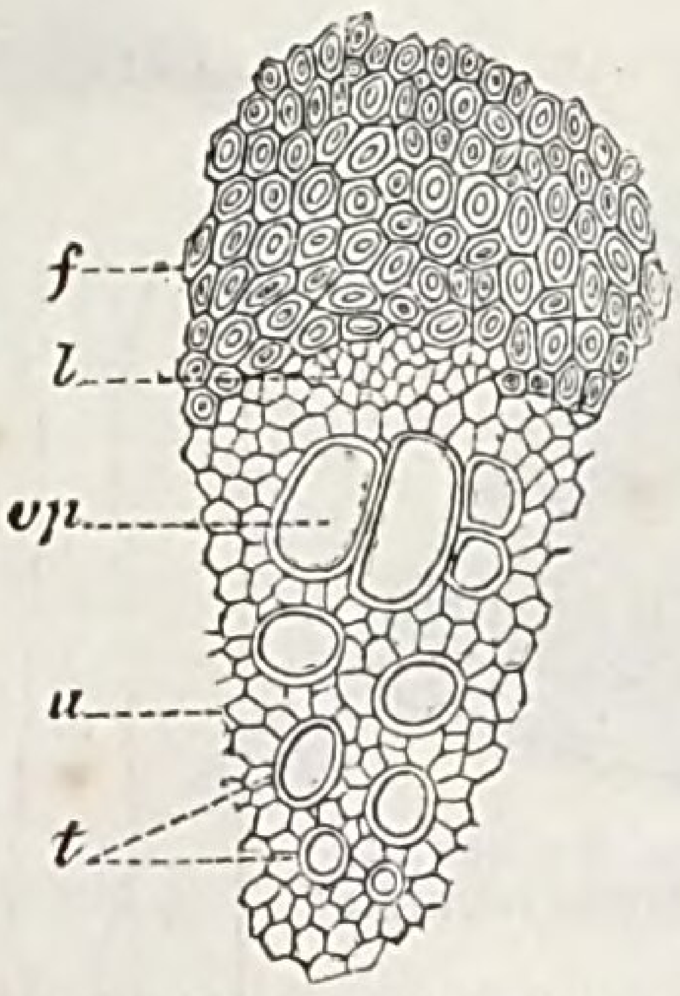


Fig. 229. Der Querschnitt eines aus Fasern und Gefäßen bestehenden Holzbündels einer Schirmpalme (Corypha frigida), vergrößert. *

* *t* Spiralgefäße; *vp* gestreifte und punktirte Gefäße; *u* langgestreckte Parenchymzellen; *l* saftführende Gefäße; *f* Holzfasern.

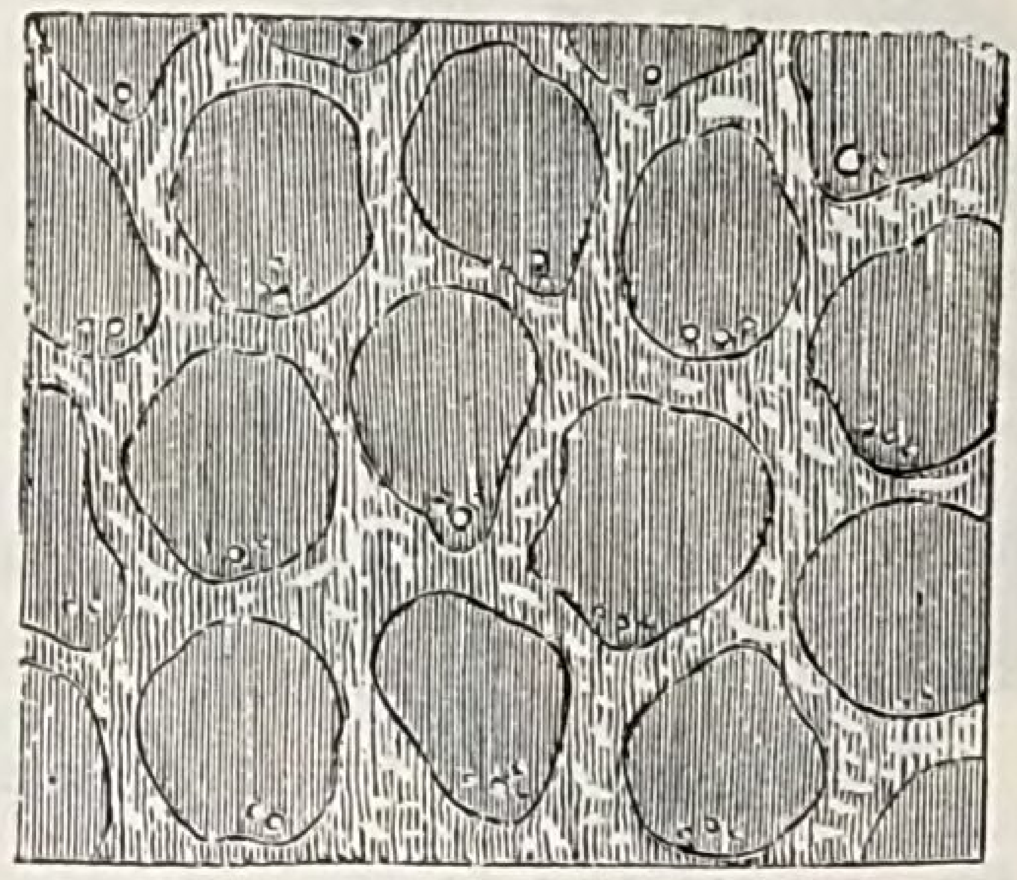


Fig. 230. Ein Theil eines Querschnittes von der Meerrohr- oder Stuhlrohrpalme (Calamus rotang), vergrößert. Man bemerkt die Holzbündel und die Lage der luftführenden, sehr weiten Gefäße in denselben.

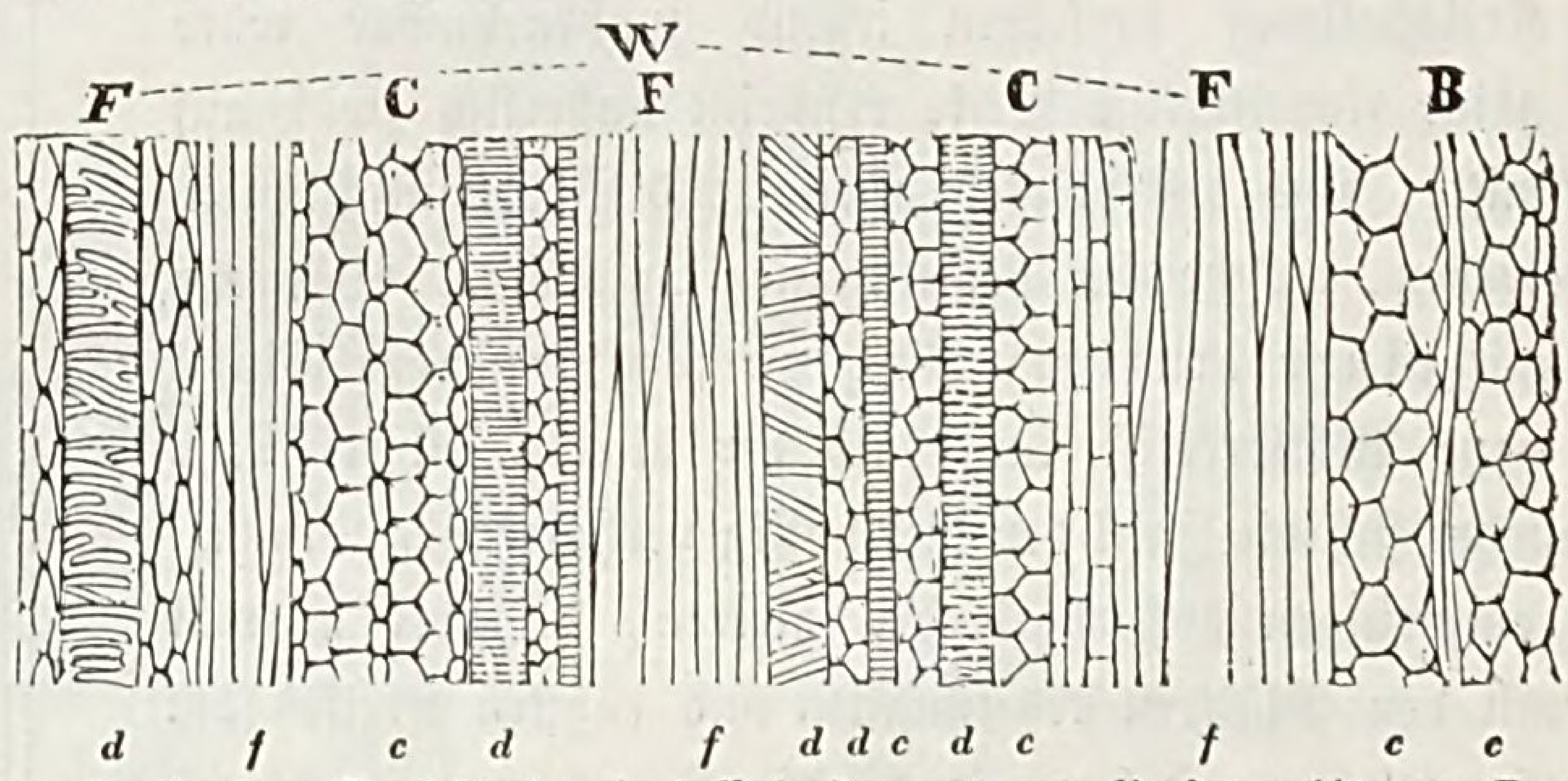


Fig. 231. Senkrechter Spaltschnitt eines Palmstammes vom Umfange bis zum Centrum. *

* B Aeußerste Parenchymmassen, von einzelnen Faserbündeln durchzogen; W holzigster Theil; F Holzbündel; C Parenchym zwischen den Holzbündeln; *c c* Parenchym; *d d* Spiralgefäße, gestreifte Gefäße, netzartige und punktirte Gefäße; *f f* langgestrecktes Parenchym und Prosenchymfasern.

des Holzbündels einige Spiralgefäße, und weiter nach außen gestreifte und punktirte Gefäße, welche durch ein, mitunter fadenförmig verlängertes Parenchym vereinigt sind, dann aber einen Haufen von Prosenchymzellen, welcher durch eine Gruppe von eigentlichen, saftführenden Gefäßen theilweise geschieden ist von den, den äußersten Theil des Holzbündels bildenden, sehr langgestreckten und durch mehrfache Verdickungsschichten sehr fest verholzten Faserzellen. Eine solche Zusammensetzung zeigen aber alle Holzbündel, die inneren eben so wohl, als die äußeren (Fig. 230). Man bemerkt daher auf einem senkrechten Spaltschnitte eines Palmstammes nicht eine solche einfache Anordnung der verschiedenen Elementarorgane, sondern gleichsam eine mehrfache Wiederholung derselben (Fig. 231). Verfolgt man den Verlauf eines Holzbündels von seinem oberen, dem Blatte, dessen Stiele er angehört, genäherten Theile abwärts, so findet man bald, daß die Dicke desselben und seine Vollständigkeit keineswegs gleich bleibt. In dem oberen Theile seiner Erstreckung, wo der Bogen des Holzbündels sich mehr dem Mittelpunkte nähert und von diesem abwärts sich wieder zum Umfange wendet, sieht man die Zahl der verschiedenartigen luftführenden Gefäße, der saftführenden Gefäße und der Prosenchymzellen zunehmen; hier hat das Bündel seine größte Entwicklung erreicht; weiter abwärts aber hören allmählig die Gefäße auf, und da, wo das Bündel nahe unter der Umfangsoberfläche des Stammes dahin zieht, erscheint es nur noch als ein Strang von Prosenchym, welches

endlich sich zu zertheilen scheint und mit benachbarten Holzbündeln so zusammentritt, daß eine weitere Verfolgung nicht möglich ist. Die durch Ausbildung eines jeden neuen Holzbündels bewirkte Zunahme der Dicke des Stammes muß daher am oberen Theile viel beträchtlicher sein, als weiter unten, und es rührt von diesem Verhältnisse der merkwürdige Umstand her, daß der Stamm an seinem oberen Theile allmählig die gleiche Dicke erreicht, welche er an seinem untersten Theile besitzt, ohne daß letzterer in gleichem Maße zunehmen könnte. Die Palmen bieten uns daher ähnliche Beispiele säulenförmig aufsteigender, nach oben kaum verjüngter Stämme dar, wie die Cykadeen und die baumartigen Laubfarren. Die entwicklungsfähigen Bestandtheile des Palmenstammes sind die parenchymatischen Partieen desselben, und zwar sowohl, wenigstens im oberen Theile, die im Innern liegenden, dem Marke anderer Pflanzen vergleichbaren, als auch die des Umfanges im Allgemeinen, und diejenigen, welche den einzelnen Holzbündeln zunächst sich anschließen, im Besondern. Erstere nehmen bei manchen Palmengattungen mitunter in einem auffallenden Grade zu, so daß der Stamm von solchen Bäumen sich in einer gewissen Höhe bauchig verdickt und oben wieder verjüngt, ein Vorgang, welcher bei einigen periodisch eintritt. Die Dicke, welche im Uebrigen Palmenstämme erreichen, ist außerordentlich verschieden. Bei vielen Arten steht dieselbe mit der Längenentwicklung, so außerordentlich dieselbe auch sein kann — denn man kennt Palmbäume von mehr als 200 Fuß Höhe — immerhin in solchem Verhältnisse, daß eine kühne, schlanke und oft überraschend schöne Säulenform das Resultat desselben ist. Allein bei manchen andern, insbesondere den Meerrohr- und andern Rotangpalmen, bleibt die Dicke so gering, daß die Stämme derselben seilförmig erscheinen und, unfähig, sich selbstständig aufrecht zu halten, theils am Boden sich hinschlingen, theils an andern Bäumen emporklettern, und oft in den wunderlichsten Gehängen von Zweig zu Zweige, von Baum zu Baume sich fortziehen. So erreicht der Drachenrotang (Calamus draco) bei einer Dicke von einem Zoll eine Länge von 500 bis 600 Fuß. Solche Schlingpalmen, mit andern Schlinggewächsen unter dem Namen von Lianen als eine der merkwürdigsten Erscheinungen tropischer Gegenden bekannt, machen in morastigen Wäldern Brasiliens, Ostindiens und der Inseln des südöstlichen Asiens das Dickicht oft gänzlich undurchdringlich, schnüren oft die Zweige der Bäume zusammen und ersticken dieselben nicht selten gänzlich. Der Anblick, welchen sie gewähren, ist um so seltsamer, als sie auf ihrer ganzen Länge völlig blätterlos und nur an ihrem Ende mit einem Laub- und Blüthenbüschel versehen sind. Noch auffallender wird derselbe aber, wenn die von ihnen umschlungenen und erstickten Pflanzen endlich verfaulen und zerfallen, und das Schlinggewächs dann in seiner sonderbar gewundenen Form allein stehen bleibt, was bei dem hohen Alter, welches solche Palmen erreichen können, nicht selten der Fall ist.

Das Holz der Palmen besitzt nicht die Festigkeit, welche wir bei diesem Theile der Coniferen und der dicotyledonischen Bäume, deren Stamm uns als Baumaterial dient, so hoch schätzen. Nur ausnahmsweise sind einzelne Gattungen, wie die Lontarfächerpalme (Borassus flabelliformis) und einige andere, mit ziemlich hartem, zur Verarbeitung tauglichem Holze versehen. Zu leichteren Bauwerken der Bewohner der heißen Zone eignet sich freilich der Stamm der meisten. Ausgezeichnet ist die Zähigkeit ihres Holzes, welches fast bastartige Eigenschaften in dieser Be-

ziehung besitzt, und es ist das zu Geflechten so vielfach angewandte Stuhlrohr oder Meerrohr der verschiedenen Rotangpalmen (Fig. 235) hiefür ein allgemein bekanntes Beispiel.

An seinem unteren Theile ist der Palmenstamm ähnlich abgeschlossen, wie der Zwiebelkuchen bei den Liliaceen. Derselbe ist nämlich nicht in eine Hauptwurzel verlängert, sondern es entspringen nur Adventivwurzeln aus demselben. Die erste dieser Wurzeln entspricht dem zuerst entstehenden Blatte; bald folgen andere, und während diese ältesten Wurzeln allmählig absterben, bilden sich um dieselben herum stets neue Kreise von solchen. Dieselben rücken natürlich mehr und mehr nach Außen und am untern Theile des Stammes herauf, so daß dieser Theil manchmal durch ganze Bündel solcher schräg absteigender Wurzeln, wie durch stützende Strebepfeiler, mit einem verdickten und ausgespreizten Fuße versehen ist. Mitunter verlängern diese Wurzeln sich in der noch nicht völlig aufgeklärten Weise, daß nicht ihre Spitzen tiefer in den Boden eindringen, sondern statt dessen die dem Stamme näheren Theile derselben sich aus dem Boden hervorschieben und den Stamm dadurch wohl gar emporheben. So wird der 80—100 Fuß hohe Stamm der Bauchpalme (Iriartea ventricosa) Brasiliens von 11—20 Wurzeln, wie von Stützen, acht bis zehn Fuß hoch vom Boden emporgetragen. Die Dicke dieser Wurzeln ist meistens nicht beträchtlich; verästelt sind sie oft mannigfaltig, mitunter dagegen so gut wie gar nicht. Im inneren Gewebe stimmen sie ganz mit den Stämmen selbst überein. Holzbündel durchziehen das Parenchym derselben im mittleren Theile mehr vereinzelt, im äußeren Theile häufiger. Diese Holzbündel bestehen aus den nämlichen Elementarorganen, wie die des Stammes, nur befinden sich regelmäßig die größten luftführenden Gefäße am innersten Theile derselben, und die Anordnung dieser Gefäße überhaupt stellt häufig die Figur eines V dar (Fig. 232). Die Zellen der Wurzeln beginnen, ebenso wie die des Stammes, sehr frühzeitig durch Ablagerungen von Verdickungsschichten ihrer Zellenwandung fest zu werden und zu verholzen (Fig. 233). Doch bilden sich dadurch, daß einzelne Punkte oder Linien der Zellenmembran von den Verdickungsschichten frei bleiben — eine Erscheinung, deren Ursache man noch nicht kennt — Kanäle, welche nur durch die einfache Zellenmembran geschlossen sind, in den Verholzungsschichten, und dieselben müssen für die Mittheilung der Säfte eine offenbare Erleichterung gewähren (Fig. 234).

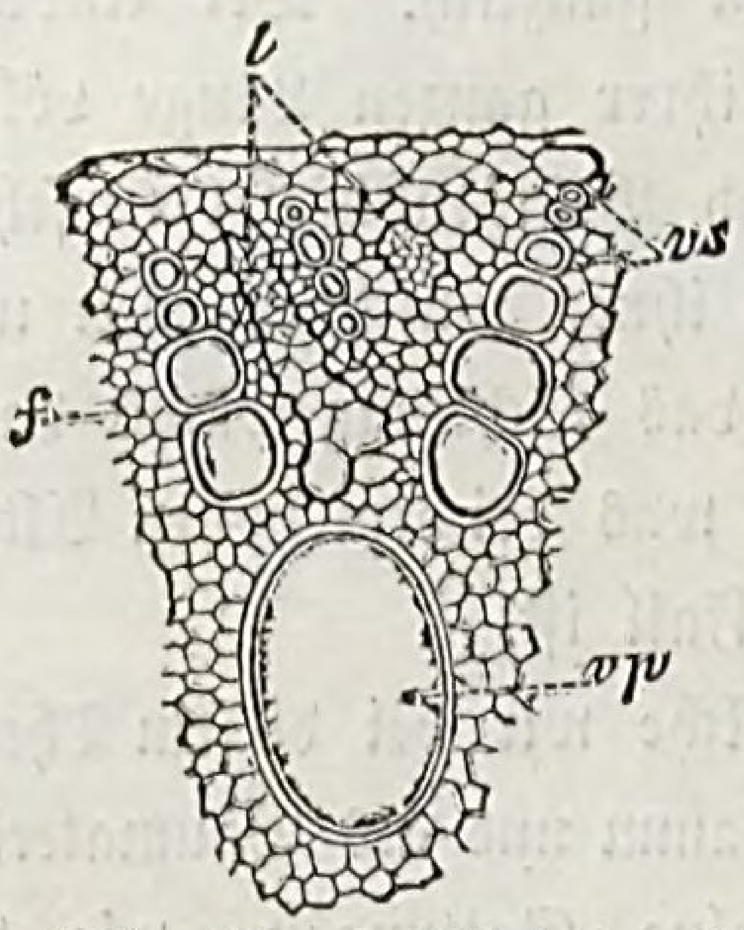


Fig. 232. Ein Holzbündel auf dem Querschnitte einer Wurzel der Meerpalme (Diplothemium maritimum), vergrößert. *

*vp Große getüpfelte Gefäße; vs kleinere gestreifte Gefäße, nach außen an Größe abnehmend; l saftführende, eigentliche Gefäße; f Faserzellen und langgestreckte Parenchymzellen.



Fig. 233. Vergrößerter Querdurchschnitt des Zellgewebes im Innern einer jungen Wurzel der Dattelpalme (Phoenix dactylifera). *

* a Zellen mit Verdickungsschichten und Kanälen; b Zwischenzellenstoff.

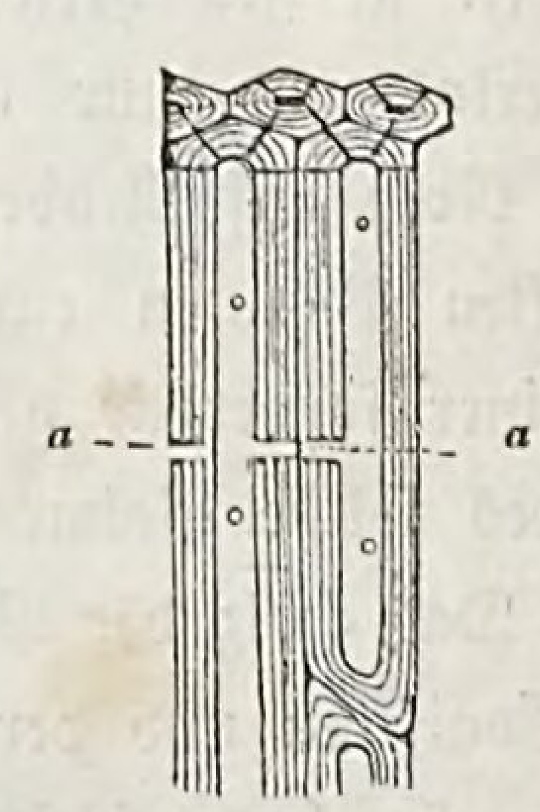


Fig. 234. Vergrößerter Längenschnitt der Zellen einer jungen Dattelwurzel. Die Zellen sind verlängert und im Begriffe, ein prosenchymatisches Gefüge einzugehen; ihre Membran ist durch mehrfache, mit Kanälen versehene Verdickungsschichten verstärkt.

Während der Palmenstamm an seinem Gipfel rings um die fortsprossende Knospe, welche den obersten Theil der Axe bildet, stetsfort neue Blätterkreise erzeugt, sterben die älteren Blätter allmählig ab und lassen entweder Narben oder aber schuppige, stachlige oder ganz formlose Ueberreste ihrer Blattstiele als einen rindenartigen Schorf am Stamme zurück. Die Gipfelknospe sproßt ununterbrochen fort. Der Zufall gibt es mitunter, daß, wie bei den Zapfenmoosen und den baumartigen Laubfarren, sowie bei den Cykadeen, anstatt der einzigen fortwährend sich theilenden Gipfelzelle, wenn diese die Fähigkeit zu weiterer Entwicklung verliert, die zwei nächsten Zellen zweiten Grades an die Stelle derselben treten, und daß dann die Gipfelknospe verdoppelt erscheint und der Stamm eine Gabelung bildet. Diese Unregelmäßigkeit tritt im hohen Alter häufiger ein, als in der Jugend; es gibt aber einige besondere Arten von Palmen, welche sich durch das fast regelmäßig in späterem Alter bei ihnen eintretende Vorkommen solcher Gabelungen auszeichnen, die sich mitunter zweifach, in seltenen Fällen sogar drei= bis vierfach wiederholen, so z. B. bei der ägyptischen Dhumpalme (Cucifera thebaica) und der Haarpalme (Hyphæna crinita). Dergleichen aus Verdoppelungen der Gipfelknospe hervorgehende Gabelungen haben natürlich nichts gemein mit wirklichen Verzweigungen, welche aus Achselknospen entspringen, und welche bei den Palmen, außer den Blüthenständen, gar nicht vorkommen.

Die Blätter der Palmen haben meistens eine kolossale Größe, so daß sie ganz den Wedeln der Cykadeen ähneln. Die Blattstiele sind meistens sehr lang frei heraus entwickelt, da bei den meisten Arten der Stamm sich unterhalb der Blätter nur sehr wenig verlängert, so daß letztere sehr nahe gedrängt übereinander zu stehen pflegen. Die Meerrohrrotangpalme (Fig. 235) macht hierin, nebst wenigen andern ähnlichen Gattungen, eine Ausnahme, indem bei dieser große Internodien zwischen den Blättern durch Verlängerung der Stammaxe gebildet werden. Bei den meisten Arten sind die untersten Theile der Blattstiele zu Phyllodien ausgebreitet, welche den Stamm scheidenartig umfassen, und häufig ragen diese Phyllodien mit zwei blattartigen oder stachelartigen Spitzchen, neben dem mittleren, zum eigentlichen Blattstiele verlängerten Theile hervor. Man nennt solche Phyllodiengebilde Nebenblättchen. Dieselben erreichen bei manchen Palmen die Länge einer Spanne und eine holzige Festigkeit; sie sind es besonders, welche dem älteren, schon

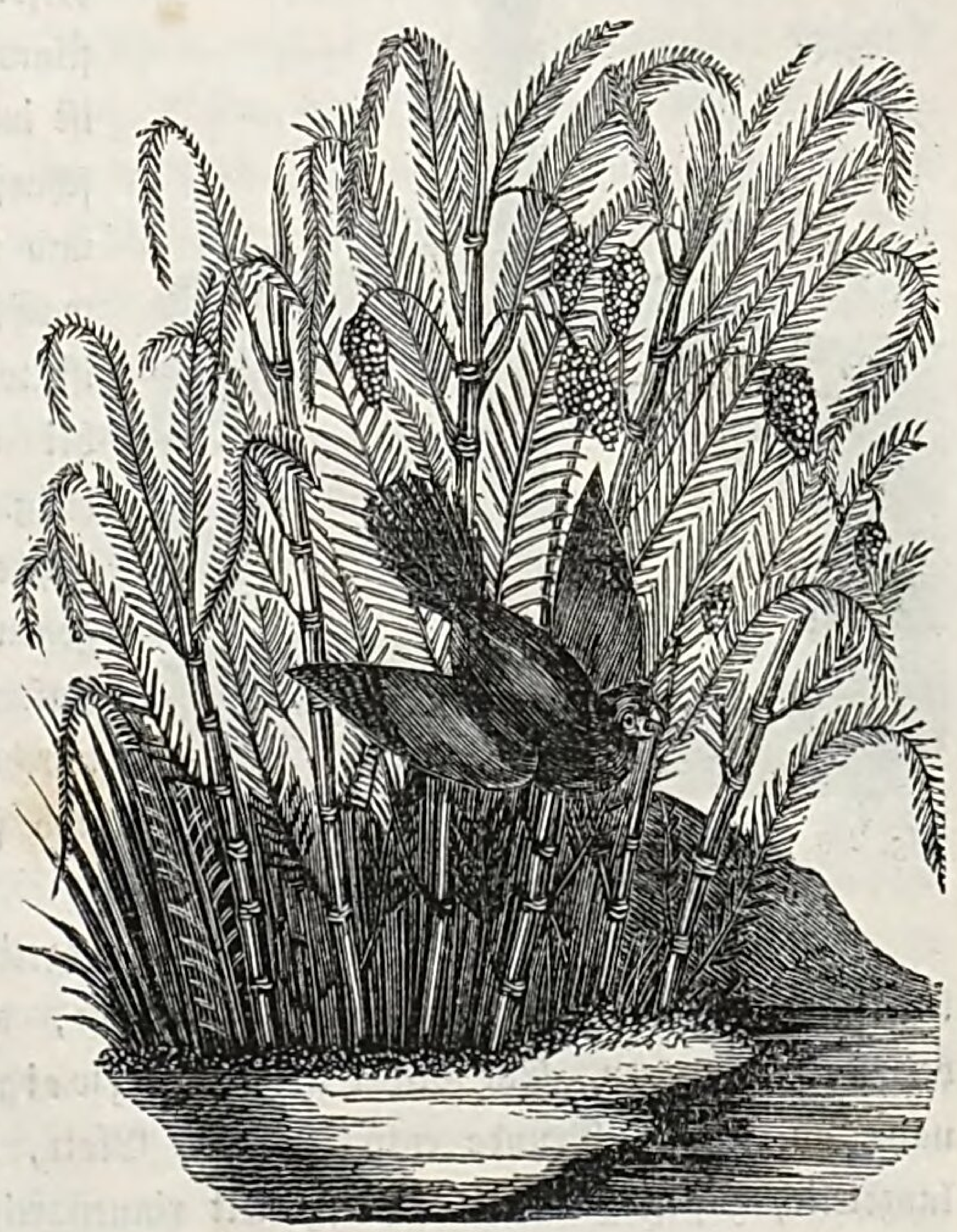


Fig. 235. Die ostindische Meerrohrpalme (Calamus verus).

der Blätter beraubten Theile des Stammes ein schuppiges Ansehen zu geben pflegen. Bei der strauchartigen Zwergpalme (Chamærops humilis), welche im südlichen Europa, als einzige einheimische Art, ziemlich häufig wächst, und deren Blätter zu Besen und zu Geflechten benutzt werden, lösen sich die Phyllodien der abgefallenen Blätter gänzlich in Faserbüschel auf. Die eigentlichen Blattstiele sind meistens ziemlich plattgedrückt, zweikantig und längs beiden Kanten mit zugespitzten und verhärteten Stachelauswüchsen versehen. Das zu einem sehr breiten Saume ausgebreitete Parenchym des flächenartigen Blatttheiles ist gegen den Rand hin so stark entwickelt, daß dasselbe nicht in derselben Ebene mit der die Mittelrippe darstellenden unmittelbaren Fortsetzung des Blattstieles zu bleiben vermag, sondern faltig auf- und niedergebogen erscheint. Bald bildet dasselbe einen mehr oder weniger kreisförmigen, vielfach strahlig scharfkantig gefältelten Fächer (Fig. 236) am Ende des Blattstieles; bald stehen die Falten zweistrahlig, wie Federbärte, an den beiden Seiten der Mittelrippe (Fig. 237). In beiden Fällen pflegen die Faltenkanten abwechselnd mit der Zeit einzureißen, indem sie sich außerdem nicht völlig würden entfalten können, und es erscheinen dann die ganzen Blätter strahlenförmig oder fiederförmig eingeschlitzt. Die vom Blattstiele auslaufenden Gefäßbündel oder Nerven des Blattes sind es, welche die Form dieser Zertheilung durch ihre Richtung bestimmen. Jeder einzelne Lappen des Blattes ist immer noch bis an den Blattstiel selbst scharfkantig rinnenartig zusammengefaltet und mit dieser Falte an denselben angewachsen. Die Größe mancher Palmblätter ist wahrhaft kolossal. So sind dieselben bei der ostindischen Fächerpalme (Fig. 225) vierzehn Fuß breit, bei der ächten Sagopalme (Sagus Rumphii) gegen 24 Fuß lang. Die bastartigen Fasern der Gefäßbündel, welche dieselben durchziehen, sind vielfach zu Seilerarbeiten und selbst zu Gespinnsten brauchbar.

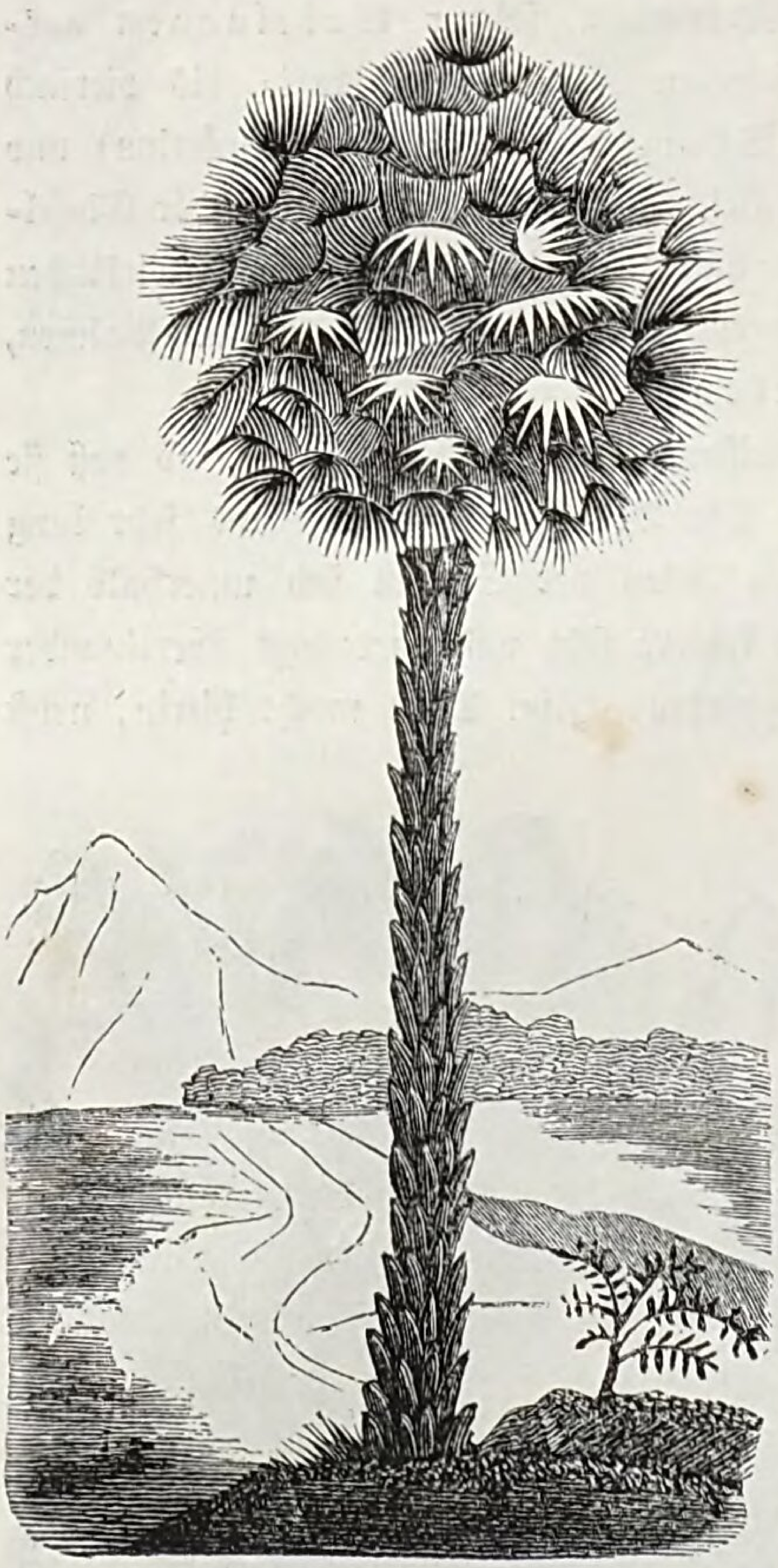


Fig. 236. Die Carnauba- oder Wachsfächerpalme (Corypha cerifera).

In den Achseln der ältesten, noch vegetirenden Blätter, entwickeln sich Achselknospen, aus welchen Zweige sich entwickeln, deren vielfache Aestchen die Blüthen der Palmen tragen. Ein solcher Blüthenzweig hat meistens nur ein einziges, ganz nahe an seinem Grunde entspringendes Blatt, welches von höchst einfacher, lang lanzettlich zugespitzter und scharfgekielt rinnenartig zusammengebogener Form zu sein pflegt, und den ganzen Blüthenstand anfänglich, als eine Knospendecke eigener Art,

wie eine Scheide (spatha) umschließt. Erst nahe vor der Zeit des Aufblühens bricht der Blüthenstand als ein einfacher oder als ein zusammengesetzter traubiger oder rispenartiger Büschel aus dem Spalt der Scheide hervor (Fig. 237). Die letztere besitzt oft eine kolossale Größe und leder- oder holzartige Festigkeit; bei einer Schirmpalmenart Ostindiens (Corypha Taliera) erreicht sie 20 Fuß in der Länge; ja, in Südamerika bedienen sich einige eingeborene Volksstämme, in den Gegenden des Orinokostromes, der Blüthenscheiden gewisser Palmen gelegentlich, um in denselben, wie in Kähnen, über Flüsse zu setzen. Bei der Muff- oder Netzpalme (Pilophora testicularis) ähnelt die vier Fuß lange Scheide in Gestalt und Gewebe einem Filtrirsacke. Mitunter fehlt die Scheide gänzlich, in andern Fällen dagegen besitzt ein Blüthenzweig deren mehrere. Außerordentlich groß ist die Zahl der Blüthen, welche auf den ebenso zahlreichen Verästelungen der Blüthenzweige innerhalb solcher Scheiden bei einigen Gattungen von Palmen zu stehen pflegen. Man findet bei der männlichen Dattelpalme gegen 12,000, bei der südamerikanischen Mandelpalme (Alfonsia amygdalina) gegen 200,000, und bei der nahe verwandten Oelpalme (Alfonsia oleifera) an den verschiedenen gleichzeitigen Blüthenzweigen eines einzigen Stammes wohl 600,000 Blüthen.

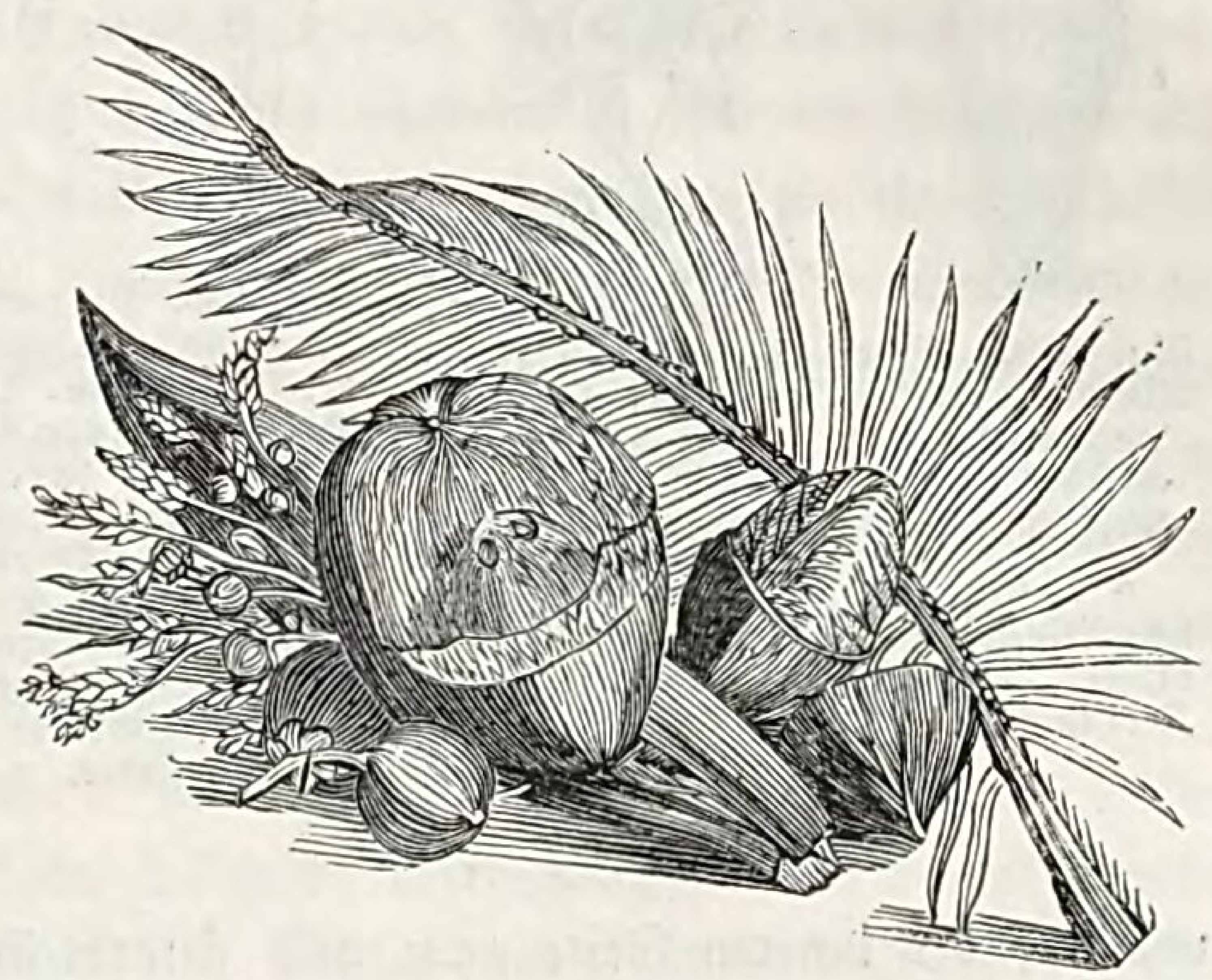


Fig. 237. Ein Blatt, eine Blüthenscheide mit dem Blüthenbüschel, junge Fruchtansätze und reife Früchte der Kokospalme (Cocos nucifera).

Es gibt einzelne Ausnahmen von Palmen, welche nicht Blüthenzweige, sondern endständige Blüthenbüschel erzeugen. Bei diesen bleibt der Baum bis zu einem gewissen Alter völlig unfruchtbar, dann plötzlich verlängert und verästelt sich der Gipfel zu einem schlanken vieltheiligen Blüthenstande, und setzt sich dadurch ein Ziel seiner Entwicklungsfähigkeit. Denn mit der Bildung der Früchte hört die Möglichkeit weiteren Wachsthumes der Axen, welche solche tragen, völlig auf. Pflanzen mit derartiger Entwicklungsweise der Fortpflanzungsorgane nennt man einfruchtige vieljährige (monocarpeæ multiennes). So trägt die Sagopalme des indischen Archipels, im Alter von dreißig Jahren, ihren einzigen, fünfzehn Fuß hohen, buschartigen Blüthen- und Fruchtstand, mit dessen Reife sie ihr Leben schließt.

Die Blüthen der Palmen geben ein lehrreiches Beispiel des außerordentlichen Gegensatzes, welcher in der Größenentwicklung und Gestaltung eines und desselben Grundorganes bei einer Pflanze stattfinden kann. Die Blätter nämlich, welche die Blüthen bilden, sind bei manchen, mit ungeheuer großen Laubblättern versehenen, Arten außerordentlich klein und von einer höchst einfachen Gestalt. Es stehen je zwei dreizählige Blätterquirle, der erste einem Kelche, der zweite der Blumenkrone entsprechend, um das Ende jedes Blüthenstielchens gedrängt. Die Blätter des Kelchquirles sind meistens kleiner, als die des Kronenquirles, so daß sie denselben in der Knospenlage nur theilweise, oft nur sehr wenig bedecken (Fig. 238). Meistens sind diese sechs Blätter, welche niemals grün, sondern nur grünlich gelb

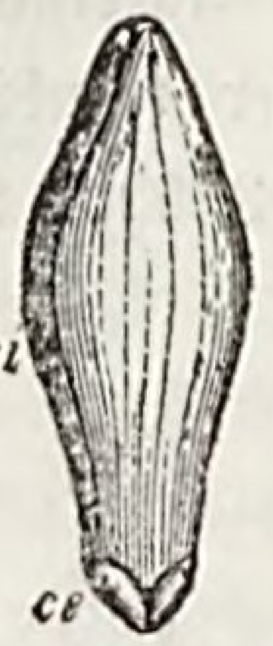


Fig. 238. Eine Blüthe der Arekapalme (Areca catechu) in der Knospenlage. *

* *ce* Die drei sehr kleinen Kelchblätter; *ci* die drei Kronenblätter.



Fig. 239. Eine entfaltete Blüthe der südeuropäischen Zwergpalme (Chamaerops humilis) mit sechs Staubfäden und drei getrennten Karpellen, deren Griffel aber verkümmert sind.

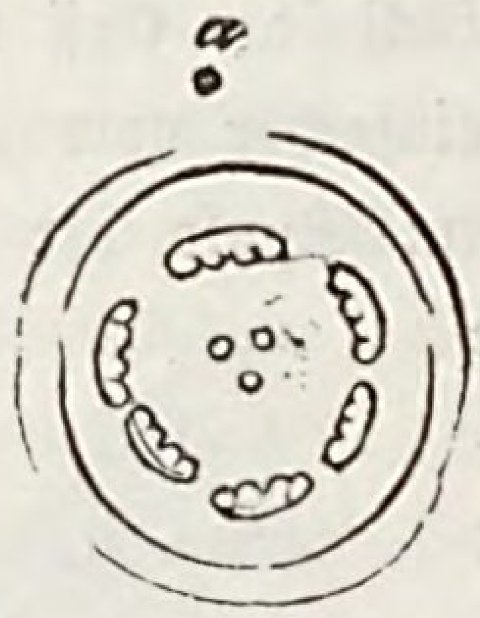


Fig. 240. Diagramm der männlichen Blüthe der Arekapalme. Drei Kelchblätter, drei Kronenblätter, zweimal drei Staubfäden, drei verkümmerte Karpelle; *a* bezeichnet die Stellung des Blüthenzweiges, auf dessen Seitenästchen die Blüthe sich befindet.

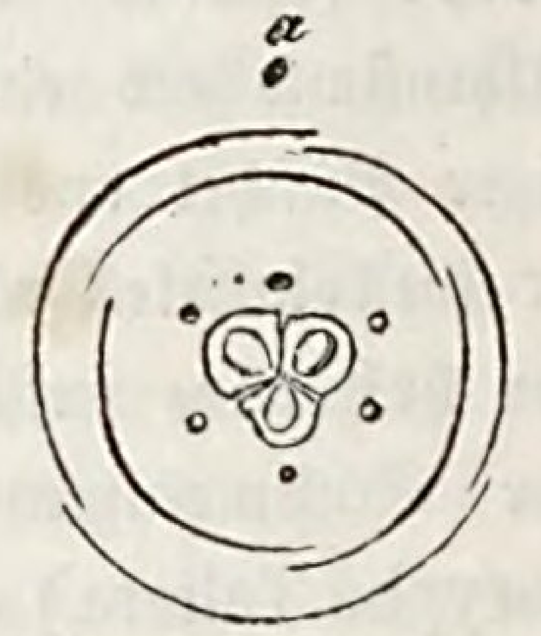


Fig. 241. Diagramm der weiblichen Blüthe der Arekapalme. Drei Kelchblätter, drei Kronenblätter, zweimal drei verkümmerte Staubfäden; drei fast ganz vereinigte Karpelle, deren jedes eine Samenknospe enthält.

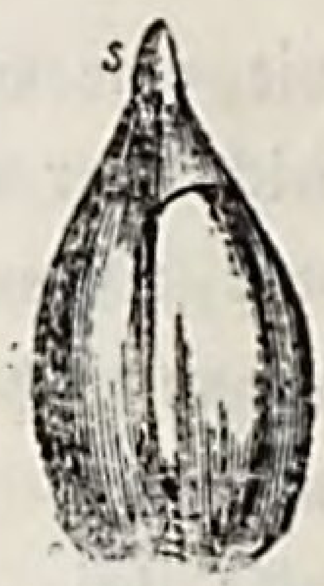


Fig. 242. Das Innere der weiblichen Blüthe der Arekapalme nach Entfernung der sechs Blumenblätter. *

* *e* Verkümmerte Staubfäden; *o* der Fruchtknoten, aus den drei Karpellen gebildet; *s* der vereinigte Griffel mit spitz zulaufender Narbe.

und auf der inneren Seite ganz gelb gefärbt sind, an ihrem Grunde so mit einander verwachsen, daß sie später noch als schuppenartige Decken am unteren Theile der Frucht sichtbar bleiben und gar nicht abfallen. Zweimal drei oder einfach drei ziemlich kurze und blattartige, bisweilen monadelphische, d. h. mit einander verwachsene Filamente, selten ein Mehrfaches der Dreizahl von solchen, tragen Staubbeutel, welche wie kugelig oder länglich eiförmige Knöpfchen gestaltet sind (Fig. 239), und drei Karpelle bilden mehr oder weniger mit einander vereinigt den Fruchtknoten, in dessen Innerem die Blüthenaxe drei Samenknospen trägt. Sehr häufig sind die drei Karpelle nur an ihrem Grunde aneinander gedrängt, mit ihrem oberen Theile und besonders dem Griffeltheile dagegen getrennt; jedes derselben ist aber mit seinen zusammengeschlagenen Rändern so vereinigt, daß es einen geschlossenen Behälter für sich und auch eine eigene Griffelröhre und Narbe bildet. Es sind in diesem Falle drei gesonderte Fruchtknoten, den einzelnen Fächern entsprechend, vorhanden, und also auch drei Griffel und Narben. In jedem dieser Fruchtknoten befindet sich eine einzige Samenknospe, welche in der Achsel des Karpellblattes an dem nicht verlängerten Gipfel der Blüthenaxe entspringt. Selten erlangen die Staubfäden und die Karpelle gleichmäßig in einer Blüthe ihre genügende Entwicklung, vielmehr verkümmern entweder die einen oder die andern. So erscheinen denn die Blüthen gewöhnlich nicht als Zwitterblüthen, sondern diklinisch, d. h. theils nur männlich (Fig. 240), theils nur weiblich (Fig. 241); doch bemerkt man immer Spuren der Anlage zu den verkümmerten Organen (Fig. 242). Auch kommt es mitunter vor, daß auf einem Blüthenzweige männliche, weibliche und wirkliche Zwitterblüthen gefunden werden, was man einen polygamischen Blüthenstand nennt. Bei vielen Palmen, z. B. den Dattel- und Zwergpalmen, erzeugt ein und derselbe Stamm stets nur männliche, ein anderer nur weibliche Blüthen, so daß man also, wie bei den diöcischen Cykadeen, männliche und weibliche Stämme unterscheiden muß; bei anderen Gattungen finden sich männliche und weibliche Blüthen monöcisch, d. h. auf einem Stamme vereinigt, wie bei der Kokospalme. Bei den diöcischen ist daher das Beisammensein von beiderlei Stämmen zur Befruchtung und Entwicklung der Samenknospen erforderlich; doch kann ein einziger männlicher Stamm die Blüthen vieler weiblicher Bäume befruchten. Im nördlichen

Afrika befördert man die Befruchtung der nützlichen Dattelpalme künstlich, indem man die Blüthenzweige der männlichen Stämme aus den Wäldern herbeiholt und in den Anpflanzungen der weiblichen Bäume auf den Gipfeln dieser aufhängt und schüttelt. Die Pollenzellen sollen ihre Tauglichkeit viele Jahre lang bewahren können. Jedenfalls ist es nicht erforderlich, daß dieselben unmittelbar aus den Antheren auf die Narbe gelangen. Im botanischen Garten zu Berlin zog man im vorigen Jahrhunderte ein weibliches Exemplar der südeuropäischen Zwergpalme, welches blühete, ohne Frucht zu tragen; in Leipzig befand sich ein männliches Exemplar derselben Gattung. In einem Briefe wurde von dem Pollenstaube des letzteren eine kleine Menge nach Berlin gesandt und dort zur Bestäubung (Befruchtung) der Blüthen des weiblichen Exemplares benutzt, worauf dieselben Samen trugen, von welchen die Nachkommenschaft noch jetzt im dortigen Garten existirt.

Von den drei Samenknöspchen in den drei Fruchtknotenfächern der weiblichen Blüthen bildet sich bei denjenigen Palmen, deren Karpelle mit einander verwachsen sind, fast ganz allgemein nur eine einzige aus; mitunter ist schon eine Verkümmerung von einem oder von zweien Fruchtknotenfächern von vorn herein zu bemerken. So entsteht bald eine mehr kugelige einfächerige Frucht, bald eine ungleich dreifächerige, bald aber ein aus dreien dreikantigen Früchten zusammengesetzter Fruchtstand auf jeder Blüthenaxe. Die Samenknospe bildet sich hier völlig gerade aus. In der reifen Frucht liegt der Samen als ein sehr beträchtlicher Kern mit sehr zarten hautigen Samendecken umhüllt, in welcher sich von dem Nabelpunkte aus zahlreiche Gefäßbündel als Adern oder Nerven verbreiten (Fig. 237). Der Kern selbst besteht aus dem Endosperm, welches bald, wie bei der Kokosnuß, nußkernartig, hartfleischig und eßbar, bald dagegen, wie bei der Dattel, hornartig, ja mitunter, wie bei der Elfenbeinfrucht der Netzpalmen, fast knochenartig verhärtet ist. Bei der Kokospalme hat dieses Endosperm die Größe eines Kindskopfes; es bildet sich hier sehr allmählig aus, so daß zu der Zeit, wo der Embryo in dem ganz an die Wandung des Keimsäckchens angedrückten Korpuskulum schon seine völlige Ausbildung erreicht hat, das Keimsäckchen erst mit einer etwa fingersdicken Lage von dem nußkernartigen Endospermgewebe wie mit einer Rinde ausgekleidet ist, während die innere Höhlung noch ganz mit dem weißlich trüben Cytoblasteme ausgefüllt erscheint. Dieses Cytoblastem, in welchem sehr zahlreiche Zellenbläschen schwimmen, ist die sogenannte Kokosmilch, welche durch Anbohrung der Früchte gewonnen, ein liebliches kühles Getränk gibt. Später verdickt sich die Endospermrinde mehr und mehr, bis das Cytoblastem gänzlich erschöpft ist, worauf dann noch eine centrale Höhlung zurückbleibt. Der Embryo liegt als ein sehr kleines Körperchen in der Höhlung des unbemerkbar gewordenen Korpuskulum in der Rinde des Endosperm eingebettet; seine Lage ist äußerlich durch ein kleines Mal angedeutet (Fig. 243). Bei der Kokosnuß und der Arekapalme befindet er sich in der Nähe des Nabels, bei der Dattel an der Seite des Endosperms. Letzteres ist mitunter keineswegs glatt, sondern warzig auswüchsig, wie zernagt aussehend (Fig. 244). Die aus dem einzigen oder aus mehreren verwachsenen Karpellen gebildete Frucht nimmt eine sehr verschiedene Form an. Mitunter wird die äußere, der untern Blattfläche des Karpellarblattes entsprechende, Zellgewebeschicht sehr zartzellig und saftreich, besonders zur Zeit der Samenreife, wo die Zellen ihres Gewebes theilweise sich wieder auf-

1 2

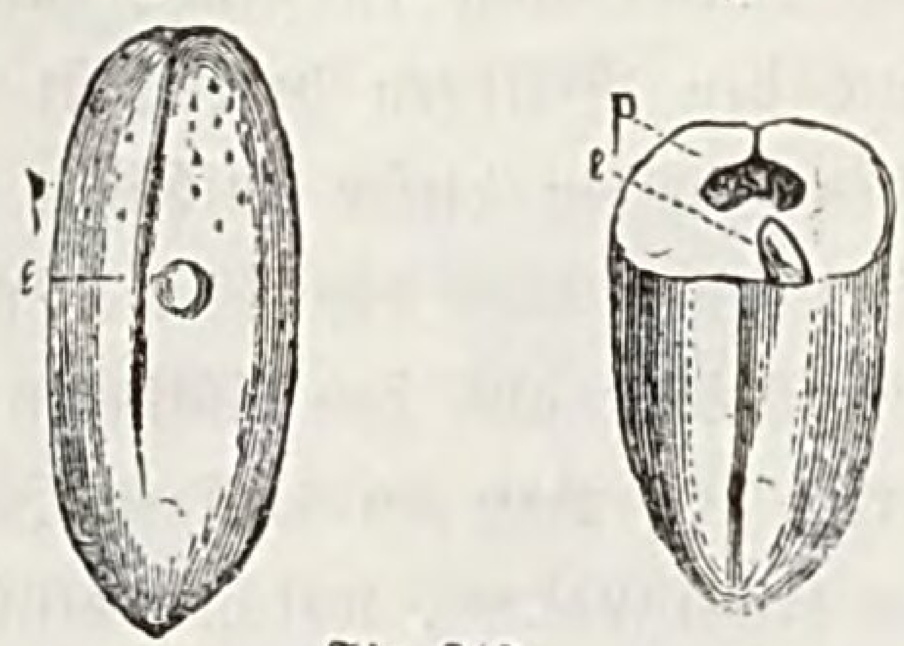


Fig. 243.
Der Samenkern aus einer Dattelfrucht. *

* 1 Der aus dem knorpelig hornartigen Endosperm bestehende, mit dünnen Samenhäuten überzogene Kern *p*, an welchem man bei ε das Mal bemerkt, welches die Lage des Keimlings bezeichnet. — 2 Horizontaler Durchschnitt desselben Kernes; *p* das mit einer Höhlung versehene Endosperm; *e* der Keimling (Embryo).

1 2

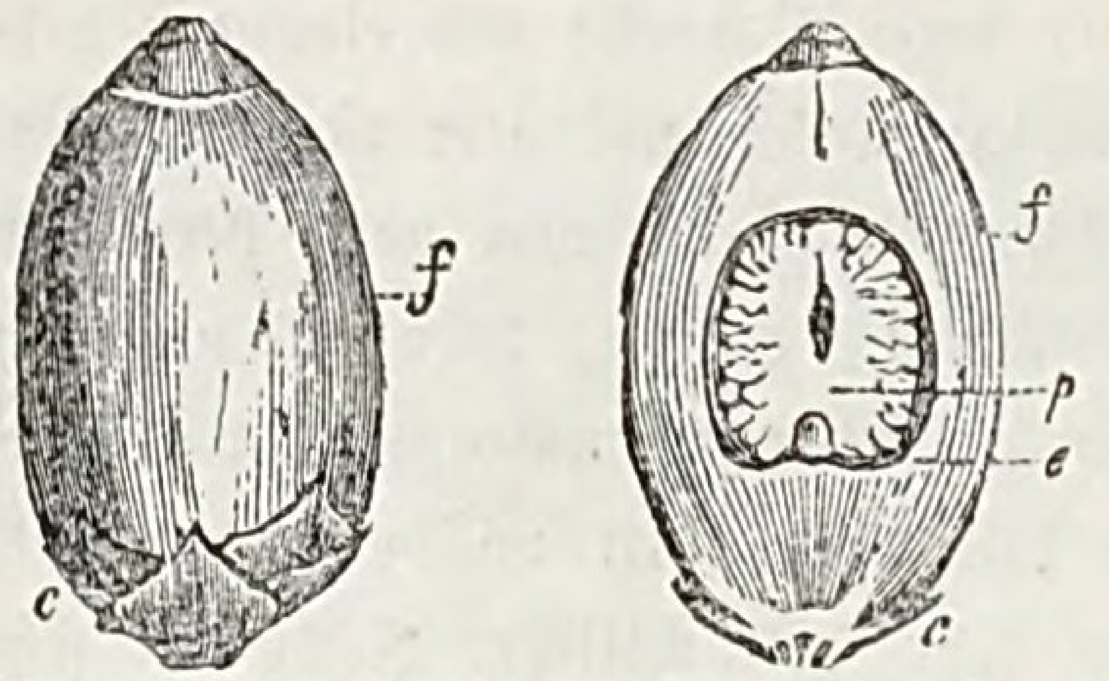


Fig. 244. Die Frucht der Arekapalme (Areca catechu. *

* 1 Die ganze Frucht *f*, mit den Ueberbleibseln der Blüthe *c*; 2 senkrechter Durchschnitt der Frucht, mit dem zernagt warzigen und mit einer Höhlung versehenen Endosperm *p* und dem unten befindlichen Keimlinge *e*.

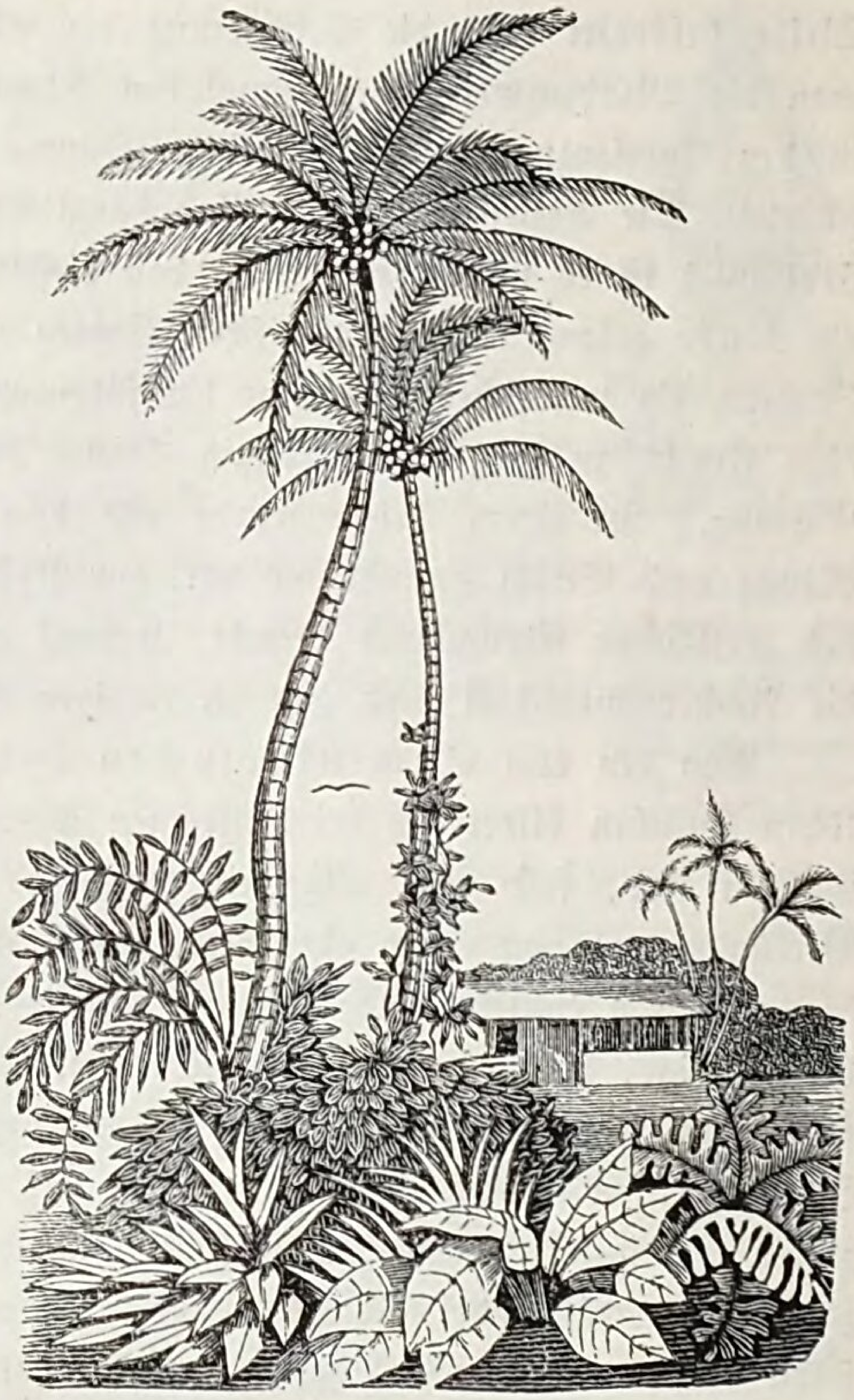


Fig. 244, *a*. Die Kokospalme (Cocos nucifera).

lösen und breiartig werden. In diesem Falle ist die Frucht fleischig und eßbar, zuckersaftig, wie bei der Dattel, oder ölreich, wie bei der Oelpalme. Die innere Zellgewebeschicht des Karpellarblattes bleibt dabei hautartig. In anderen Fällen dagegen wird das ganze Gewebe des Karpellarblattes zu einer dünneren oder dickeren, steinartig harten, oder faserig holzigen Schale. So bei der Kokosnuß, bei welcher dieser Theil von außen nach innen immer dichtere und härtere Lagen zeigt, deren innerste man zu Drechslerarbeiten und Geschirren benutzen kann, während die zähen bastartigen Fasern der äußeren ein sehr haltbares Seil- und Flechtwerk liefern. Die Früchte der Palmen sind mitunter von ungeheurer Größe; bei der Meerkokospalme (Lodoicea sechellarum) wiegen sie gegen zwanzig Pfunde.

Die Palmen bieten dem Menschen auf die mannigfaltigste Weise Mittel zu seinem Lebensunterhalte dar, wie nicht leicht eine andere Ordnung von Pflanzen. Die Erwägung dieses Umstandes veranlaßte den großen Linné zu der Ansicht, daß nothwendig die Wiege des Menschengeschlechtes unter Palmbäumen gestanden habe, und daß der Mensch auf Palmfrüchte, als auf seine natürlichste Nahrung, ursprünglich angewiesen (animal palmivorum) sei. Die Dattelpalme (Phœnix dactylifera), welche, ihrer gleichsam unsterblich in ewiger Jugend aus sich selber fortsprossenden Gipfelknospe wegen, bei den alten Griechen und Römern den nämlichen Namen (φοινιξ) trug, wie jener fabelhafte, stets aus dem eigenen Lebensbrande sich verjüngende Vogel, ist der eigentliche Lebensbaum der phantasiereichen nomadischen Völker des nördlichen Afrika, welche ihm tausend lobende Namen beilegten und ihm

dreihundertundfünfundsechzig wohlthätige Eigenschaften zuschrieben. Was dieser Baum für jene Völker, das ist die Kokospalme (Fig. 244, a) welche zu jeder Jahreszeit, vom achten bis zum hundertsten Jahre, Blüthen und Früchte trägt, für die Bewohner des tropischen Asien und der Inseln des fünften Erdtheiles. Andere Palmen sind die Gottesgaben anderer Gegenden. Um ihre Stämme sammeln sich jene Kinder der Natur, welche nie durch den Wechsel der Jahreszeiten zu den stets sich mehrenden Bedürfnissen und durch diese zur Cultur geführt wurden. Betrachten wir nur einige der Schätze, welche jenen die Palmen darbieten und welche ihren ganzen Reichthum bilden, einen Reichthum, mit dessen neidloser Ueberfülle sich Tausende unserer Schiffe beladen. Wir brauchen der Stämme nicht mehr zu erwähnen, welche zu leichten Hütten das Holz, zu unsern Sesseln das Flechtwerk, und zu Seilwerken die Fasern liefern. Auch die Wurzeln und Blätter geben Material zu Körben, zu Geflechten, zu Seilen zu Gespinnsten und Geweben, ja letztere selbst zu Papier und zum Decken der Dächer. Bevor ihre Zellen verholzen, bieten sie ein treffliches Gemüse, den Palmkohl. Man benutzt als solchen nur ihre Gipfelknospe, oft nur den innersten Theil derselben, und um eines so geringen Gewinnes wegen wird der ganze Stamm getödtet. Die Kohlpalme (Fig. 245) Westindiens und Brasiliens ist besonders wegen dieses Nutzens gesucht, da sie die reichlichste Menge brauchbarer Blätter gibt. — Die Früchte der Dattel sind für Millionen Menschen fast die ausschließliche Nahrung. Selbst die harten Kerne werden aufgeweicht für das Vieh als Futter benutzt und oft von der Armuth begierig gesucht. Das süße Fleisch der getrockneten Früchte, sowie die Nußkerne der Kokospalme und mancher anderen Arten kommen als Näschereien auch auf die Tafel des Europäers. Ein einziger Dattelbaum liefert Tausende von Früchten, eine einzige Kokospalme bis dreißig kopfgroße Nüsse an einem einzigen ihrer zahlreichen Fruchtzweige. — Viele Palmen liefern Stärkemehl, welches sich in dem holzbündelärmeren mittleren Theile ihres Stammparenchymes in allen Zellen ablagert und oft in ungeheurem Maße ansammelt. Ehe die Sagopalme ihre Tausende von Früchten entwickelt, nach deren Reife sie abstirbt, wird ihr Stamm unterhalb der Blätterkrone „mehlträchtig," d. h. er füllt sich mit einigen Zentnern von Sagomehl, welches ganz wie bei den Cykadeen benutzt wird und den gemeinen indischen Sago liefert. Der Stamm der herrlichen Fächerpalme, auf welcher die Guaraunoindianer Südamerika's zur Zeit der Hochwasser des Orinokostromes ihre luftigen Hängematten von Baum zu Baume ausspannen, der Moriche (Mauritia vinifera) oder Weinpalme enthält das feinste Stärkemehl, welches als Arrow-root aus Guyana zu uns gebracht wird. Ein ähnliches Produkt geben viele andere Palmen-



Fig. 245. Die Kohlpalme (Euterpe oleracea).

arten. Neben diesem oder an der Stelle desselben wird Zucker, diese der Stärke isomere Substanz (Seite 567) in reichlicher Menge gewonnen. Nicht zu reden von dem Zucker der Dattelfrüchte, welchen man in Arabien auspreßt und unter dem Namen Schakkar (daher das Wort saccharum, Zucker) als Tauschmittel benutzt; auch aus dem Safte, welchen man aus dem Stamme zapft und aus dem abgeschnittenen Blüthenzweige träufeln läßt, wird vieler Zucker gewonnen. Besonders liefert solchen die Lontarpalme (Borassus flabelliformis), die Zuckerpalme (Arenga saccharifera), die wilde Dattelpalme (Phœnix sylvestris) und die Kokospalme. Die wilde Dattelpalme in Mysore (sprich meissur) liefert drei Monate lang im Jahre täglich eine große Menge von Saft, und aus den abgeschnittenen Blüthenzweigen der Kokospalme kann solcher das ganze Jahr gewonnen werden. Diese Saftentziehung schadet oft viele Jahre lang dem Baume nicht merklich und soll sogar die Fruchtbildung befördern. — Der zuckerhaltige Palmensaft wird gährend (S. 565) zu einem weinartigen, kräftigen Getränke. So macht man in Afrika Palmenwein aus dem Safte der Raphiapalme (Rafia vinifera), der äthiopischen Fächerpalme (Borassus æthiopum), der guineischen Oelpalme (Elais guineensis) und der Stacheldattel (Phœnix spinosa). Aus der Arekapalme wird das Getränk gewonnen, welches ursprünglich zu dem Namen Arak die Veranlassung ward. Dasselbe wird mit Reißabsud gegohren. Aus der Kokospalme macht man das indische Getränk Toddy.

Keine Pflanzenordnung bringt größere Massen von fettem Oele hervor, als die Palmen. Die sogenannten fetten Oele, welche in den Pflanzen außerordentlich allgemein verbreitet vorkommen, selbst in solchen, bei welchen sie nicht leicht vermuthet werden dürften, wie in den Gräsern und Getreiden, spielen jedenfals eine sehr wichtige Rolle bei den Vegetationsprozessen derselben. Wir haben solche in den Sporen der unvollkommeneren Gewächse als nie fehlende und besonders auffallende Inhaltsbestandtheile kennen gelernt, und die Samen der Samenpflanzen sind, sowohl bei den Gymnospermen, als auch bei den monocotyledonischen und dicotyledonischen Angiospermen oft wahre Oelbehälter zu nennen, indem sie mitunter mehr als den vierten Theil des Gewichtes ausmachen. Sie bestehen aus Kohlenstoff, Wasserstoff und Sauerstoff, jedoch in einem anderen Verhältnisse als die Cellulose, die Stärke, der Zucker und die übrigen diesen isomeren Substanzen; vielmehr nähern sie sich der Mischung des Alkohols (Seite 565), indem sie sehr reich an Wasserstoff, sehr arm dagegen an Sauerstoff sind. Man erkennt sie an ihrer Schlüpfrigkeit (Fettigkeit), an ihrer Unlöslichkeit in Wasser, an ihrer Leichtigkeit, vermöge deren sie auf Wasser schwimmen, und an der Neigung mit alkalischen Substanzen in Wasser lösliche Verbindungen, die sogenannten „Seifen", zu bilden. Alle nehmen an der Luft mehr oder weniger begierig Sauerstoff auf und verbinden sich mit diesem entweder zu harzähnlich festen Firnißen — trocknende Oele, z. B. Leinöl — oder zu übel duftenden und streng kratzend schmeckenden, „ranzigen", dickflüssigen Schmieren — Schmieröle oder nicht trocknende Oele. Keineswegs aber sind die fetten Oele sämmtlich gleichartig gemischt, noch auch sind dieselben einfache Mischungen. Vielmehr bestehen sie sämmtlich aus einer oxydirten Kohlenwasserstoffverbindung, dem sogenannten Glycerin, und aus einer oder mehreren sogenannten Fettsäuren, z. B. der Stearinsäure und der Elainsäure. Die meisten fetten Pflanzenöle,

insbesondere auch die der Palmen, sind Gemenge von elainsaurem Glycerin (dem sogenannten „Elain") mit stearinsaurem Glycerin („Stearin"). Je dünnflüssiger dieselben sind, desto mehr waltet das Elain vor, in den dickflüssigeren dagegen das Stearin. Das Palmenöl ist schmalz- oder butterartig, von weißer oder geblicher Farbe. Alle Kokospalmen (Fig. 246, a) besitzen eine große Menge von solchem Oele in der großen Endospermmasse ihrer Früchte, und es ist bekannt, wie große Mengen dieses Fettes gewonnen und gegenwärtig in Europa zur Bereitung der feinen Seifen benutzt werden. Eine noch viel größere Menge von Oel aber häuft sich an in dem Fruchtfleische mancher mit pflaumenartigen Früchten versehenen Palmenarten, besonders dem der Oelpalme Guinea's (Fig. 246, b). Das Oel letzterer Pflanze ist orangegelb; schon durch Erhitzung aber läßt es sich völlig bleichen, da der Farbstoff flüchtig ist. Die Oelpalme wächst im Mündungsgebiete des Quorra- oder Dscholibastromes und anderen Küstengegenden des heißen Westafrika's in ungeheurer Häufigkeit, ganze Waldungen bildend. Und diese Bäume lassen zur Zeit der Reife ihre Früchte in solcher Menge zu Boden fallen, daß man buchstäblich in denselben waten muß. Mit Leichtigkeit wird aus denselben das veilchenartig duftende Oel gewonnen, und schon beladen, trotz der Neuheit dieses Handels, jährlich mehr als vierzig der größten Schiffe ihre zahllosen Fässer mit diesem Oele, und sind dennoch nicht im Stande, auch nur den zwanzigsten Theil der Früchte, welche in den Wäldern an den Ufern nur zweier Mündungsarme des obengenannten Stromes, des „neuen Kalabar" und des „Bonny," den Boden faulend bedecken, der Benutzung zu sichern.



Fig. 246. Oelpalmen.*

* *a* Die Butterkokospalme (Cocos butyracea). — *b* Die guineische Oelpalme (Elais guineensis).

Ein anderes Produkt der Palmen ist Wachs. Dasselbe ist ebenfalls im Pflanzenreiche in großer Allgemeinheit verbreitet. Es bildet den grauen „Reif" oder „Duft" auf unseren Pflaumen und Weinbeeren, auf den Kohlblättern u. s. w. In den Zellen ist es häufig der Träger des grünen Farbstoffes, indem die Chlorophyllkügelchen wesentlich aus Wachs bestehen. Es spielt jedenfalls, wie die Oele, eine sehr wich-

tige Rolle in dem Stoffwechsel der Pflanzen (Seite 618). In den Palmen sondert das Wachs sich theils auf den Blättern aus, wie bei der Carnauba (Fig. 236) in Brasilien, theils quillt es aus den Ringeln des Stammes, den Ablösungsstellen der abgestorbenen Blätter, wie bei der Wachspalme der Anden (Ceroxylon andicola). Uebrigens ist dieses Wachs nicht rein, wie das Bienenwachs, sondern beträchtlich (bis zu zwei Dritteln) mit Harz vermengt, und daher spröde und hart.

Andere Palmenarten enthalten in ihren Früchten die schönsten Farbstoffe, wie z. B. die Rotange (Calamus), welche ein sogenanntes „Drachenblut“ geben, dessen Vortrefflichkeit mit dem des Drachenblutbaumes wetteifert. Dieser Farbstoff ist harzartiger Mischung. — Reich an Gerbsäure sind die Früchte der Arekapalme (Fig. 244), aus welchen man deßhalb den Katechusaft gewinnt, dessen Anwendung zur Erhaltung des Zahnfleisches auch bei uns sehr bekannt ist, während die ganzen Arekanüsse (Pinangnüsse) in den östlichen Indien unreif und reif mit scharfen Betelblättern und gebranntem Kalke als ein beliebtes Käumittel allgemein gebräuchlich sind. Ganz unbekannt sind noch die Substanzen, welche in dem Fruchtfleische der ostindischen Brennpalme (Caryota urens) und der Zuckerpalme die Eigenschaft bewirken, heftig „brennend“ zu beizen und Anschwellungen der Lippen hervorzurufen.

Man kennt gegenwärtig auf der Erde gegen 600 Palmenarten; in den Schichten des Erdbodens findet man aber die Ueberbleibsel von einer großen Zahl ausgestorbener Arten. Es scheint diese Ordnung der Monocotyledoneen eine der ersten, wenn nicht die allererste gewesen zu sein, welche in der Natur aufgetreten ist. Berücksichtigt man auch nicht die zweifelhaften Spuren, welche schon in älteren Sekundärformationen aufgefunden worden sind, so scheinen doch seit den späteren Perioden der Oolithformation ziemlich sichere Spuren derselben vorzukommen. In der Kreideperiode waren die Palmen jedenfalls schon zahlreich, und in den Tertiärformationen sind gleichfalls viele Ueberreste derselben in besonders erkennbarem Zustande angetroffen worden (Fig. 247 und 248). Sie besaßen damals eine weitere Verbreitung, als heutigen Tages. Einzelne Funde in sehr nördlichen Gegenden mögen immerhin durch Fortschwemmungen ebenso leicht erklärt werden, als gegenwärtig das Vorkommen von Palmenfrüchten, Blättern u. s. w. nebst anderen tropischen Gewächsen an den nördlichsten Meeresküsten, wohin die Meeresströmungen sie befördern und die Wogen sie an den Strand werfen. Allein die Zahl der Fundorte im mittleren Europa ist so

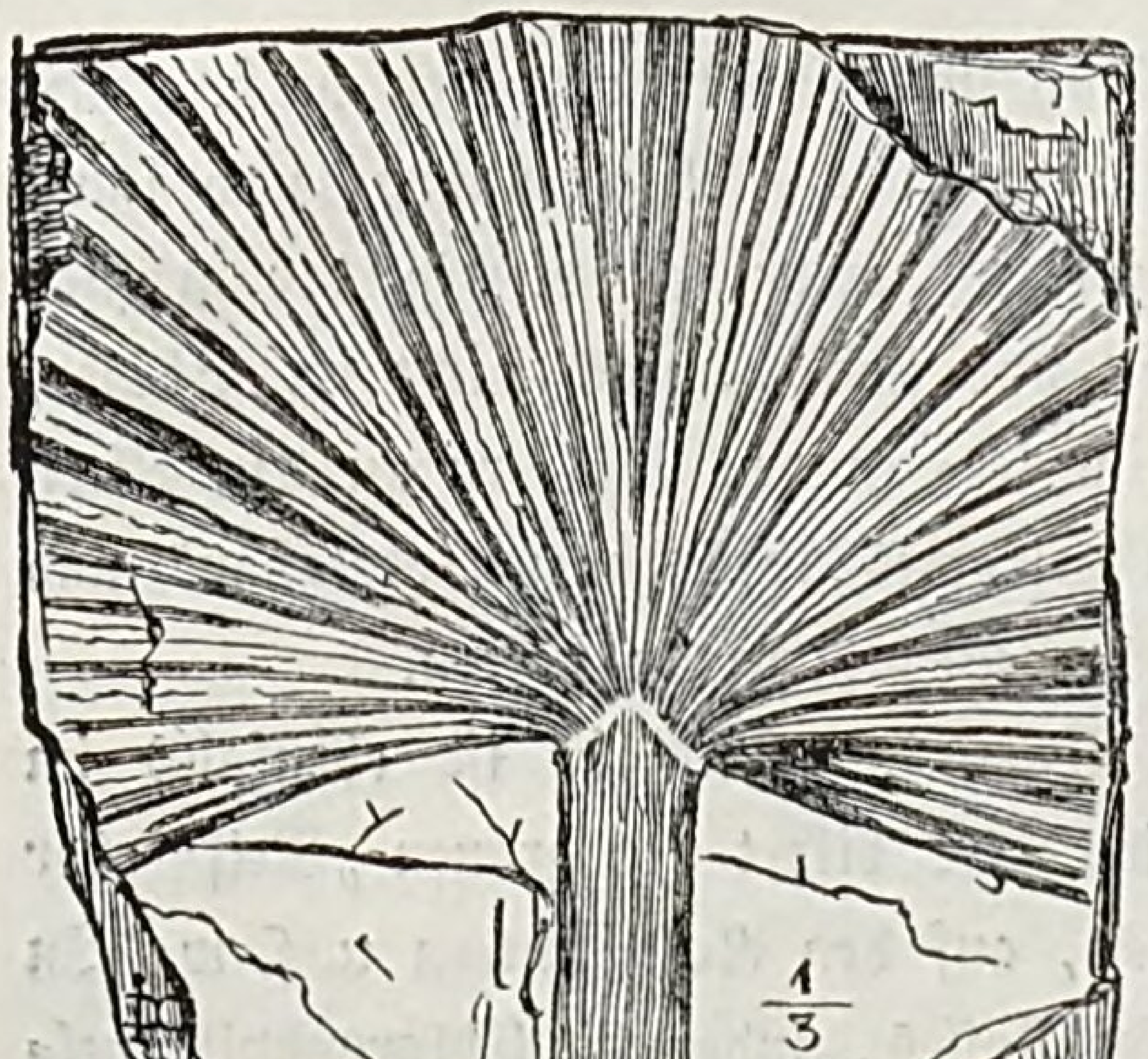


Fig. 247. Palmacites Lamanonis aus der Molassenformation.

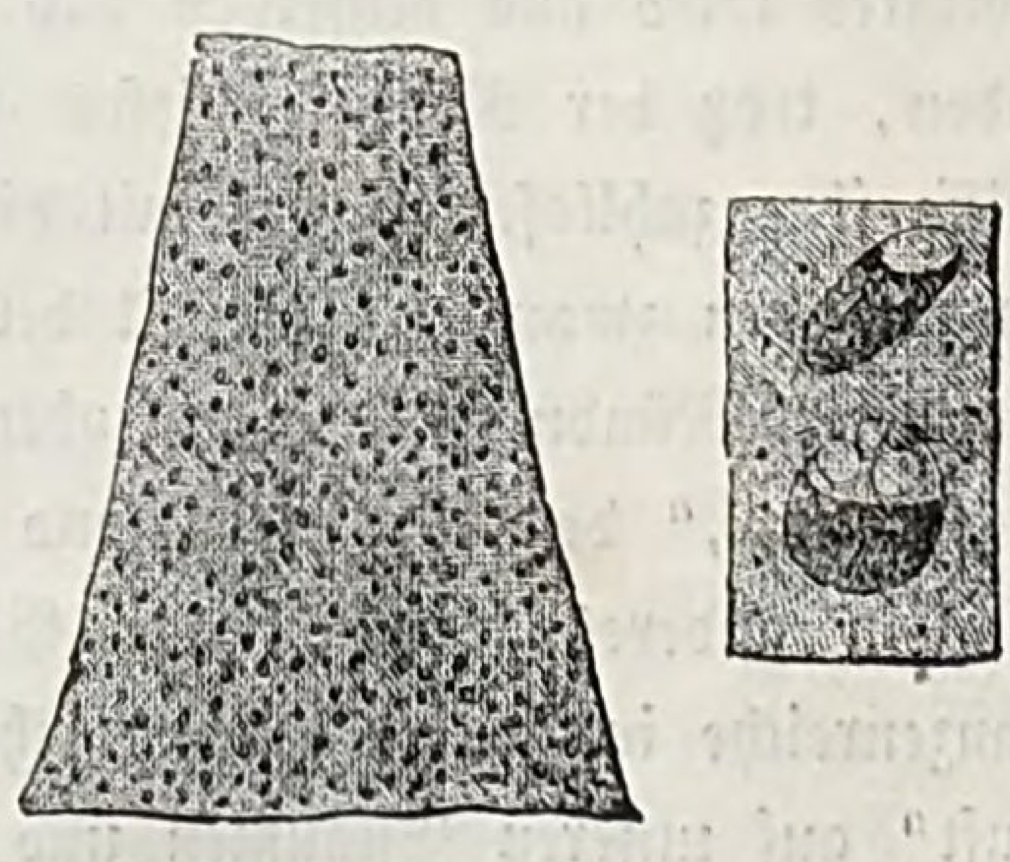


Fig. 248. Fossiles Palmenholz, mit deutlich bemerkbaren Gefäßbündeln aus der Molassenformation (die daneben stehende Abbildung zeigt einige Gefäßbündel vergrößert).

groß und die Verhältnisse des Vorkommens sind manchmal so beschaffen, daß man kaum Bedenken tragen kann, zu behaupten, es seien in Böhmen, in der Schweiz, in Frankreich und England wirklich einst Palmen einheimisch gewesen. Es hat dieses auch kaum viel Auffälliges. Noch jetzt finden sich bei Genua und Nizza ganze Gebüsche der Zwergpalme, und auch die Dattelpalme kommt, wenn gleich nur angepflanzt, dort im Freien vor. Zu den Zeiten der Tertiärbildungen war das jetzige Europa und ein großer Theil Afrika's noch kein Continent, sondern eine Menge von Inseln ragten aus dem weit ausgedehnten Meere hervor. Jedenfalls mußten die klimatischen Verhältnisse demzufolge einigermaßen günstiger sein. Auch bei der jetzigen Verbreitung bemerkt man deutlich genug, daß in einem Inselklima vorzugsweise die Palmen gedeihen. Besonders ist es die ostindisch-australische Inselwelt, auf welcher sie in den majestätischesten Formen und mit der größten Mannigfaltigkeit der Arten auftreten. Die Hauptzone der Palmenvegetation hält sich innerhalb der zehnten Breitenkreise nördlich und südlich vom Aequator; doch verbreiten sie sich nordwärts in Amerika bis zum 35°, in Europa, wie wir gesehen haben, bis zum 44° 30′ und in Asien bis 34°, südwärts dagegen in Amerika bis zum 36°, in Neuseeland bis zum 38°. Es scheint, daß keine Palme gedeihen wolle, wo die mittlere Jahrestemperatur unter 15° Cels. herabfällt. In der heißen Zone selbst kann man verschiedene Höhenregionen der vertikalen Verbreitung der Palmen unterscheiden, indem die einen, wie die Kokospalme, die unmittelbare Seeküste lieben, während manche andere, wie die Andespalme, bis zu einer Höhe von 8000 Fuß aufsteigen. Manche Arten bilden, gesellschaftlich beisammenstehend, ganze Wälder, während andere nur vereinzelt in Wäldern und Fluren erscheinen.

Dritte Ordnung.

Die Kolbengewächse oder Aroideen. Aroideæ.

Die Ordnung der Aroideen zeichnet sich durch die eigenthümliche Form des Blüthenstandes aus, welcher mit dem der Palmen nahe verwandt ist, während der Wuchs nur derjenigen dieser Pflanzen, welche zu der Familie der Schraubenbäume oder Pandaneen (Pandaneæ) gehören, und welche ganz allein auf die tropischen Gegenden beschränkt sind, einige Aehnlichkeit mit den Palmbäumen darbietet (Fig. 249). Die Aron- oder Zehrwurzgewächse (Fig. 251), welche nebst den Calla- und Drachenwurzgattungen die Familie der Callaceen (Callaceæ) bilden, sowie der Kalmus (Acorus calamus) unserer Flußufer, welcher zur kleinen Familie der Orontiaceen (Orontiaceæ) gehört, und die Liesch- oder Rohrkolbe (Fig. 258) und die Igelkolben (Sparganium) unserer Teiche und Sumpfgräben, welche die eben so kleine Familie der Typhaceen (Typhaceæ) ausmachen, haben sämmtlich eine gänzlich abweichende Tracht. Dieselben besitzen nämlich im Boden kriechende Stämme (Rhizome), aus welchen alljährlich krautartige Zweigsprosse mit mehr oder minder schilfartigen Blättern hervorschießen. Der Gipfel dieser Zweigsprosse ist die Axe des Blüthenstandes, des sogenannten Kolben (Fig. 250), welcher letztere dadurch entsteht, daß eine sehr große Menge von Blüthen fast ganz oder völlig ohne besondere Blüthenstielchen an der Axe des Blüthenstandes spiralig und dicht

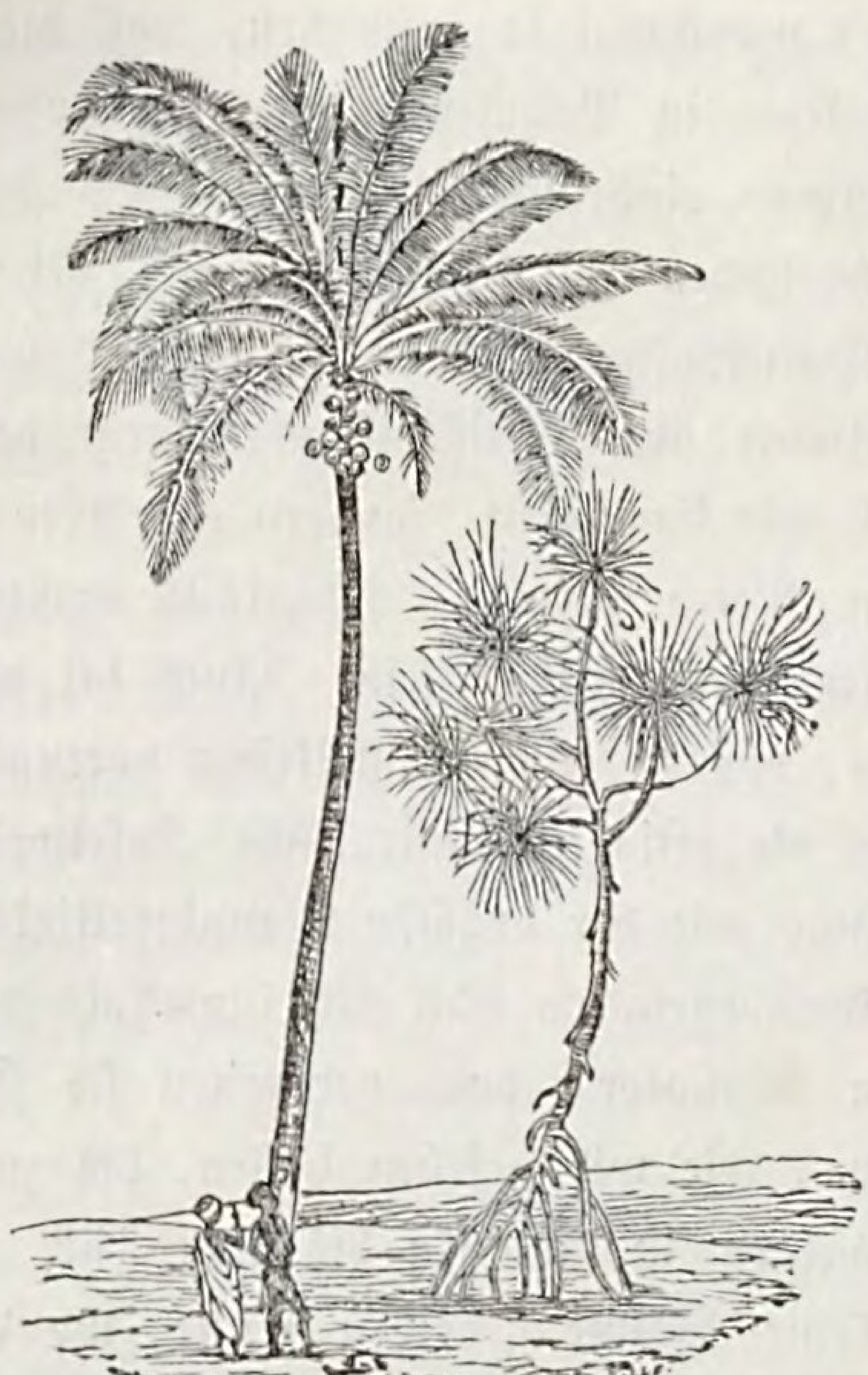


Fig. 249. Der wohlriechende Schraubenbaum (Pandanus odoratissimus) neben der Kokospalme.

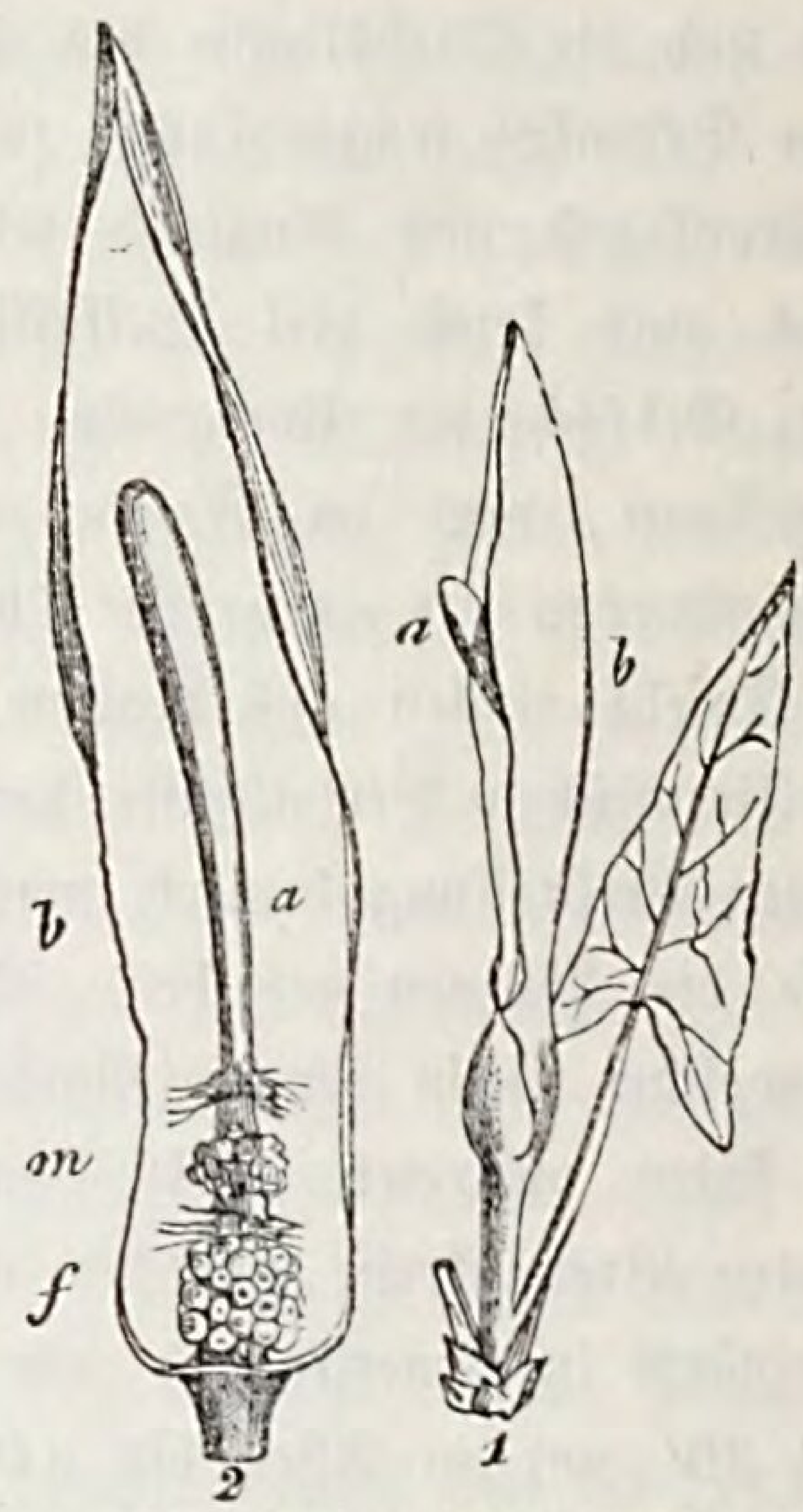


Fig. 250. Der Kolben des gemeinen Aron (Arum vulgare). *

* 1 Der obere Theil der Pflanze mit einem pfeilförmigen Blatte und der Scheide *b*, welche den Kolben *a* umhüllt. — 2 Die Scheide, etwas größer, mit abgeschnittenen Rändern, so daß man den Kolben darin sieht; *b* Scheide; *a* Kolbenaxe, an welchem unten eine Gruppe von männlichen Blüthen, *m*, und von weiblichen, *f*, sich befindet.

gedrängt angeordnet stehen. Bei den Callaceen ragt die Axe keulenförmig verdickt noch ziemlich lang über die Blüthengruppen hinaus (a). Ein mächtig entwickeltes, tutenförmig zusammengerolltes Blatt, welches zunächst unter dem Kolben entspringt, umhüllt diesen ganz ähnlich, wie die Scheide den Blüthenstand der Palmen. Dasselbe ist offenbar nur ein etwas eigenthümlich geformtes Laubblatt, doch nimmt es bei den Callaceen auf seiner inneren, und in der Blüthezeit selbst auch wohl auf der äußeren Seite eine weiße Färbung an, wie ein Blumenblatt. Bei den Typhaceen wird die Scheide früh zurückgedrängt und selbst abgeworfen; bei den Orontiaceen ragt der Kolben wenigstens in der Blüthezeit frei aus derselben hervor. Die Blüthen dieser sämmtlichen Pflanzen bestehen fast nur aus den Fortpflanzungsorganen, indem die Blumenblätter auf sechs sehr kleine Spitzchen oder gar auf haarförmige Borsten zusammengeschwunden sind. Bei den Callaceen sind obendrein die einen Blüthen, welche eine obere Gruppe um die Kolbenaxe bilden, nur männlich, die darunter stehenden nur weiblich. Die Blüthenstände dieser Familie geben Gelegenheit zu einer interessanten Beobachtung. Die eigenthümliche Athmungsweise der Blüthenorgane, welche bei fast allen Pflanzen in dem Mangel der grünen Farbe sich so bestimmt verräth, und welche mit der Athmungsweise der Thiere eine auffallende Uebereinstimmung zeigt, darf uns vermuthen lassen, daß eine gewisse Wärmeentwicklung, wie gering dieselbe auch immer sei, mit derselben verbunden sein möchte. Bei den meisten Pflanzen ist diese Wärmeentwicklung so unbedeutend, daß wir weder dieselbe empfinden, noch auch durch unsere Instrumente einen Nachweis derselben erhalten können. Allein bei den Callaceen verhält sich dieses anders. Hier ist die Wärmeentwicklung in Folge einer außerordentlich starken Aufnahme von Sauerstoff und Bildung von Kohlensäure sehr bemerkbar. Die Blüthen einiger Pflanzen dieser

Familie nehmen im Verlaufe einer Tageszeit das Doppelte, ja das Dreifache ihres Gewichtes an Sauerstoff in Anspruch und fühlen sich in Folge dessen merklich warm an, ja der Kolben bringt in der die Wärme zusammenhaltenden Scheidenhülle das Thermometer bedeutend zum Steigen, bei Caladium odorum, welche mit der als Zimmerzierpflanze sehr verbreiteten Calla (Calla s. Colocasia aethiopica) sehr nahe verwandt ist, übertrifft diese Wärmezunahme die Temperatur der umgebenden Atmosphäre bis um 25° Cels.

Die als schöne zinnoberrothe Beeren den Kolben umgebenden Früchte der Callaceen bestehen aus dem Karpelle und dem darin eingeschlossenen Samen. Dieser Samen ist von einem saftreichen Brei umhüllt, wie man solchen in manchen Früchten antrifft und mit dem Namen Fruchtbrei zu bezeichnen pflegt. Hier hat dieser Fruchtbrei eine ganz eigenthümliche Entstehung. Während der Entwicklung des Samens beobachtet man nämlich eine starke Zellenvermehrung in dem leitenden Gewebe, welches den Griffelkanal auskleidet, und diese Zellenvermehrung geht so weit, daß die neugebildeten, sehr zarten Zellen in das Innere der Fruchtknotenhöhlung hineingedrängt werden. Sie füllen diese völlig aus und lösen sich später theilweise wieder auf, wodurch die breiartige Saftigkeit ihrer ganzen Masse bewirkt wird. Wir werden bei anderen Pflanzen Gelegenheit haben, eine gänzlich verschiedene Entstehung eines übrigens ganz ähnlichen Fruchtbreies kennen zu lernen (Johannisbeeren und Granatäpfel — Orangen, Citronen), und wir benutzen diesen hier angeführten besondern Fall, um darauf aufmerksam zu machen, wie verschiedenartig entstandene und folglich unter ganz verschiedene Gesichtspunkte fallende Erscheinungen so große Aehnlichkeit besitzen können, und wie dieselben daher nicht nach äußeren Aehnlichkeiten, sondern nach ihrer Entwicklungsgeschichte beurtheilt werden müssen.

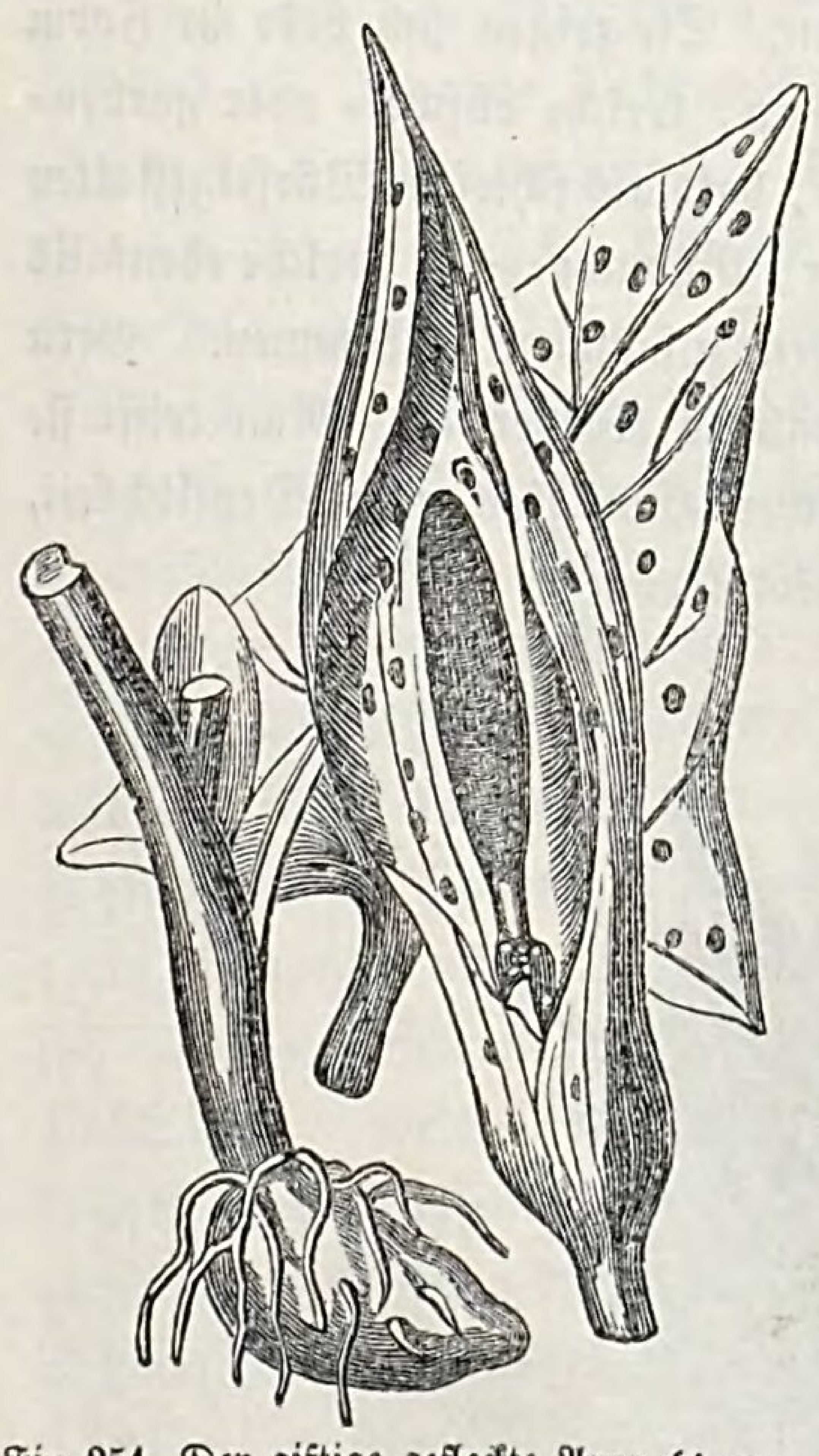


Fig. 251. Der giftige gefleckte Aron (Arum maculatum). Knolliges Rhizom, Zweigsproß, Blatt und Blüthenkolben.

In den kriechenden, mitunter knollenartigen Stämmen mancher Pflanzen dieser Ordnung sammelt sich eine solche Menge von Stärkemehl, daß dieselben zu wichtigen Nahrungsmitteln werden; doch zeichnet sich keine der einheimischen Arten dadurch aus. Dagegen enthalten auch die bei uns einheimischen Aroideen scharfe Giftsäfte (Fig. 251). Der aus dem Oriente zu uns gekommene, jetzt aber im mittleren Europa überall verwilderte Kalmus ist ganz durchdrungen mit einem sehr aromatisch bittern Stoffe, durch welchen diese Pflanze, besonders das Rhizom derselben, als arzneiliches Hausmittel in allgemeinen Gebrauch gekommen ist.

Bei den Callaceen hat man häufig die beste Gelegenheit, eine Erscheinung (Fig. 252—254) zu beobachten, welche im Pflanzenreiche sehr verbreitet ist und welcher früher durch irrige Ansichten über dieselbe, großes Gewicht beigelegt wurde. Da, wie wir wissen, von den in den Säften der Pflanzen aufgelösten Substanzen manche allmählig

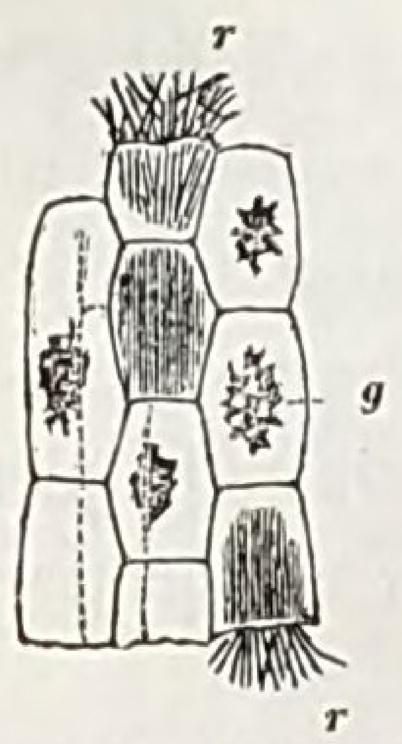


Fig. 252. Einige Zellen aus dem Zellgewebe des gemeinen Aron (**Arum vulgare**). *

* *g* Chlorophyllkörnchen; *rr* Rhaphiden.

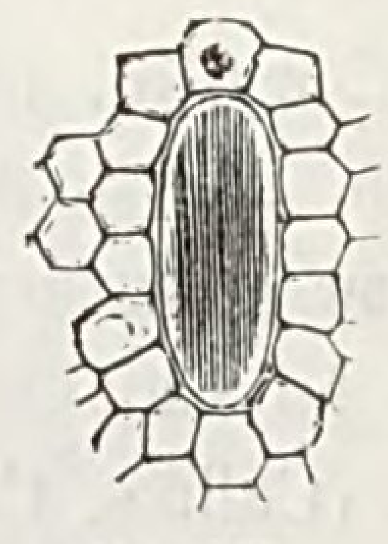


Fig. 253. Eine andere Zellengruppe von derselben Pflanze. In einer auffallend großen Zelle liegt ein Bündel von Rhaphiden.

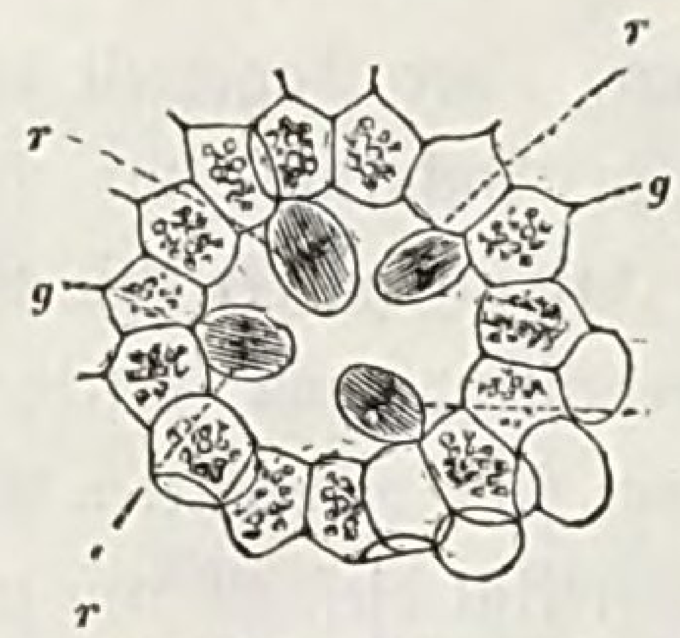


Fig. 254. Eine Zellengruppe von der duftenden Calla (**Colocasia odora**). *

* *gg* Chlorophyllkörnchen; die mit solchen gefüllten Zellen umschließen eine kleine Höhlung, in welche vier andere mit Rhaphiden gefüllte Zellen, *r*, hineinragen.

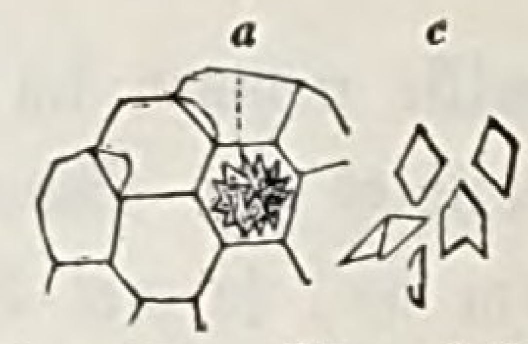


Fig. 255. Eine Zellengruppe aus der Runkelrübe (**Beta vulgaris**). *

* *a* Eine Gruppe von Krystallen in einer Zelle; *c* einige Krystalle abgesondert.



Fig. 256. Eine Krystallgruppe aus einer Zelle des Blattstieles einer Rhabarberpflanze (**Rheum undulatum**).

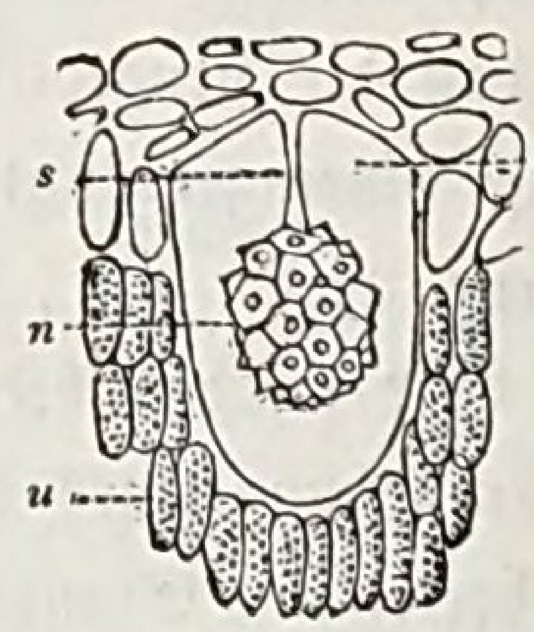


Fig. 257. Durchschnittsstück des Zellgewebes eines Gummifeigenbaumes (**Ficus elastica**). *

* *u* Zellen mit Chlorophyllkörnchen; *o* eine große Zelle ohne Chlorophyll; *s* ein in dieselbe hineinragender Körper; *n* Krystallgruppe.

in den Zellen derselben sich ablagern, und da unter diesen Substanzen theils mineralische, unorganische, theils unter dem Einflusse der Lebensprozesse der Pflanze gebildete, organische, theils endlich durch eine Vereinigung von beiderlei solchen entstandene Mischungen sind, welche, wenn sie aus Auflösungen abgeschieden werden, regelmäßige Gestaltungen annehmen, Gestaltungen, welche aus ihren physikalischen Eigenthümlichkeiten hervorgehen und somit den Organismus der Pflanze nichts angehen, so können wir uns nicht wundern, in den Zellen der Pflanzen mitunter dergleichen regelmäßige Gestaltungen anzutreffen (Fig. 255—257). Man nennt solche Krystalle. Dieselben bestehen bald aus Kalkerde, bald aus Kali u. s. w. mit Kohlensäure, Oxalsäure, Apfelsäure, oder mit irgend einer andern Pflanzensäure verbunden. Sie zeigen sich bald in Form zarter vierkantiger Nadelchen, sogenannter Rhaphiden, welche büschel- oder garbenweise zusammenliegen und manche Zellen ganz erfüllen, bald als schiefen Würfelgestalten ähnliche Körperchen mit Rautenflächen (Rautenflächner, Rhomboeder), welche ebenfalls einzeln oder zu zweien, dreien oder ganzen Häufchen zusammen vorkommen. Gern hängen sich dieselben an andere in den Zellen enthaltene Körper an. Man trifft sie in fast allen Pflanzen, nur nicht überall mit gleicher Häufigkeit und Deutlichkeit, übrigens sowohl bei Monocotyledoneen, als bei Dicotyledoneen.



Fig. 258. Die Sumpfrohrkolbe (**Typha latifolia**).

Vierte Ordnung.

Die Sumpflilien. Helobiæ.

Wasserliebende Pflanzen sind es, welche die Ordnung der Sumpflilien bilden: die Blumenbinse (Butomus umbellatus) mit ihrem kalmusähnlichen, bittern Rhizomstamme, ihren schilfartigen, dreikantigen, linealförmigen Blättern und ihrer Dolde rosenfarbiger sechsblätteriger Blumen, eine Zierde stehender Gewässer, die einzige europäische Pflanze aus der Familie der Wasserliesche (Butomeæ); die Froschlöffelgattungen (Alisma) mit spatelig herzförmigen Blättern und dem quirlig rispenförmig verzweigten Blüthenstande, und das schöne Pfeilkraut mit seinen Pfeilblättern, beide Mitglieder der Familie der Alismaceen (Alismaceæ); die Salzbinsen (Triglochin) mit grasartigen Blättern, aus der Familie der Juncagineen (Juncagineæ); eine Anzahl südamerikanischer Gewächse, welche die in Europa gar nicht vertretene, nur tropische Familie der Podostemeen (Podostemeæ) bilden; die Fluthkräuter (Potamogeton) unserer Flüsse und das gemeine „Seegras", oder Wasserriemenkraut (Zostera marina) aus der Familie der Najadeen (Najadeæ), welche ein ganz untergetauchtes Wasserleben führen; endlich die den Riccien ähnelnden Wasserlinsen (Lemna), welche die Teiche mit grünem Ueberzuge bedecken, und welche die kleine Familie der Lemnaceen (Lemnaceæ) ausmachen. Diese Ordnung, welche im Ganzen nicht ausgezeichnet wichtige Gewächse enthält, bietet Stoff zu einigen nicht uninteressanten Betrachtungen.

Die ganz unter Wasser getaucht wachsenden Pflanzen bedürfen, begreiflicher Weise, mancher Organe nicht, deren Vermittlung bei den in der Luft wachsenden und nur mit den Wurzeln aus dem feuchten Boden Nahrung einsaugenden unentbehrlich ist, um die Nahrungssäfte in alle Theile des Gewächses zu führen und dieselben hier zu verarbeiten. Dieselben kehren daher einigermaßen zu der Einfachheit der Tange zurück. Es fehlt ihnen eine deutliche Oberhautzellenschicht gänzlich. Untersucht man die Adern ihrer Blätter, welche man für Gefäß- oder wenigstens Prosenchymbündel halten zu dürfen glaubt, so findet man, daß nur einigermaßen langgestreckte Zellen vorhanden sind. Auf einem Durchschnitte (Fig. 259) bemerkt man einige Schichten parenchymatisch verbundener Zellen, reichlich mit Chlorophyllkörnchen erfüllt, und während von Interzellulargängen und Lufthöhlungen, welche mit Stomaten in Verbindung ständen, nichts vorhanden ist, zeigen sich an den dickeren Stellen im Zellgewebe Hohlräume, welche durchaus nur mit den Blasen des Blasentanges verglichen werden dürfen, indem sie in keiner Beziehung zu einem Athmungsprozesse stehen, sondern nur zur Erleichterung zu dienen, somit Schwimmhöhlen zu sein scheinen. Alle Zellen stehen fast unmittelbar mit der umgebenden nährenden Flüssigkeit in Verbindung, und nur durch diese allein kann aller Stoff-

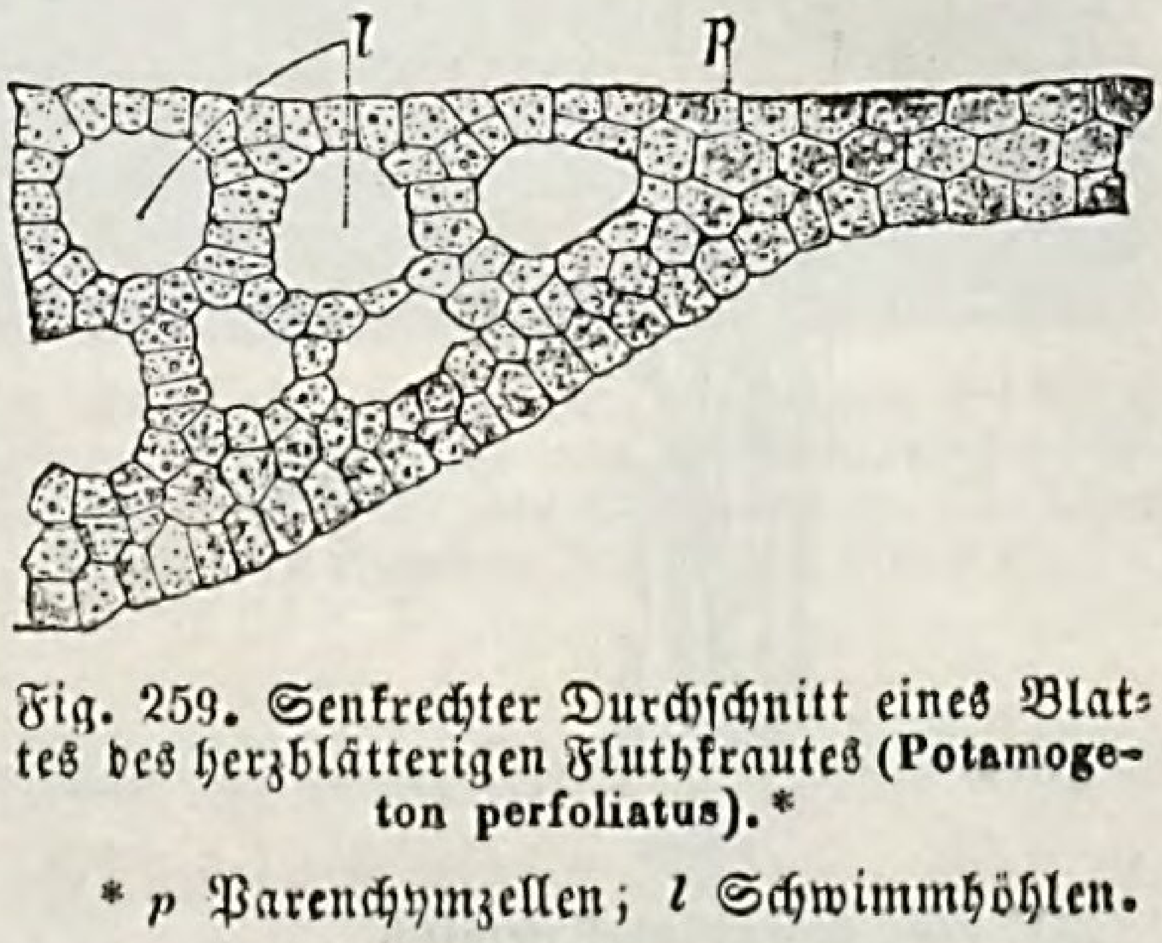


Fig. 259. Senkrechter Durchschnitt eines Blattes des herzblätterigen Fluthkrautes (Potamogeton perfoliatus).*

* p Parenchymzellen; l Schwimmhöhlen.

wechsel in ihnen vermittelt werden. Bei denjenigen Pflanzen, deren Blätter nur auf dem Wasser schwimmen, ist die obere, der Luft ausgesetzte Fläche des Laubes mit vollkommener Epidermis und mit Stomaten versehen; bei den frei aus dem Wasser emporwachsenden ist dieses vollends auf beiden Blattflächen der Fall, wie denn z. B. der gemeine Froschlöffel oder Wasserwegerich (Alisma plantago) auf der oberen Blattfläche, auf dem Raume eines einzigen Quadratzolles, 12,000, auf der unteren Fläche 6000 solcher Oeffnungen besitzt. — Dieselbe Pflanze ist sehr geeignet, Beobachtungen über eine besondere Art von Gefäßen zu machen, welche freilich bei den vollkommeneren Pflanzen sehr allgemein vorzukommen scheinen, und welche durch ihren Inhalt eine große Wichtigkeit sowohl in wissenschaftlicher Beziehung, als auch für den praktischen Nutzen haben, während dieselben gleichwohl nur bei sehr wenigen Gewächsen gut beobachtet werden können, und bei der Schwierigkeit ihrer weiteren Verfolgung einstweilen noch völlig räthselhaft geblieben sind. Es sind dieses die sogenannten eigentlichen oder saftführenden Gefäße oder Milchsaftgefäße (vasa laticis). Diese Gefäße sind Röhren, welche ohne Zweifel, wie die luftführenden Gefäße aus Zellen, durch die Auflösung der sich berührenden Punkte ihrer Wandungen entstanden sind. Jedoch haben sie nicht einen so einfachen und gleichmäßigen Verlauf, sondern sind vielfach unregelmäßig gebogen (Fig. 260), und dabei nicht selten gabelig fortgesetzt (Fig. 261), ja mit andern ähnlichen Gefäßen durch Querkanäle in Verbindung. So bildet ihr Ganzes oft eine Art von Netzwerk (Fig. 262). Die Zellen, welche sie bildeten, sind oft noch sehr deutlich zu erkennen, und bald dünner und langgezogener, bald wieder kurz und angeschwollen. Uebrigens sind, wie es scheint, manche Saftkanäle für solche Gefäße angesprochen worden, welche keine eigenthümliche Wandung besitzen, sondern Interzellulargänge sind. Es befindet sich in den Milchsaftgefäßen ein bald farbloser und dann sehr schwierig zu beobachtender, bald aber ein weiß und milchartig, oder gelb gefärbter Saft, der sogenannte Milchsaft. Ueber die Natur dieses Saftes und seine Beziehungen zu dem Stoffwechsel der Pflanzen wissen wir gar nichts; wir kennen nur bei einigen Pflanzen einige besondere Bestandtheile desselben und wissen, daß bei sehr vielen Pflanzen, vielleicht bei allen, eine mehr oder minder große Menge von Körnchen



Fig. 260. Ein Bündel ziemlich parallelläufiger, theilweise angeschwollener Milchsaftgefäße einer dicotyledonischen Pflanze, dem gemeinen Schwalbenwurz- oder Schöllkraut (Chelidonium majus), mit orangegelbem Milchsafte gefüllt, vergrößert.

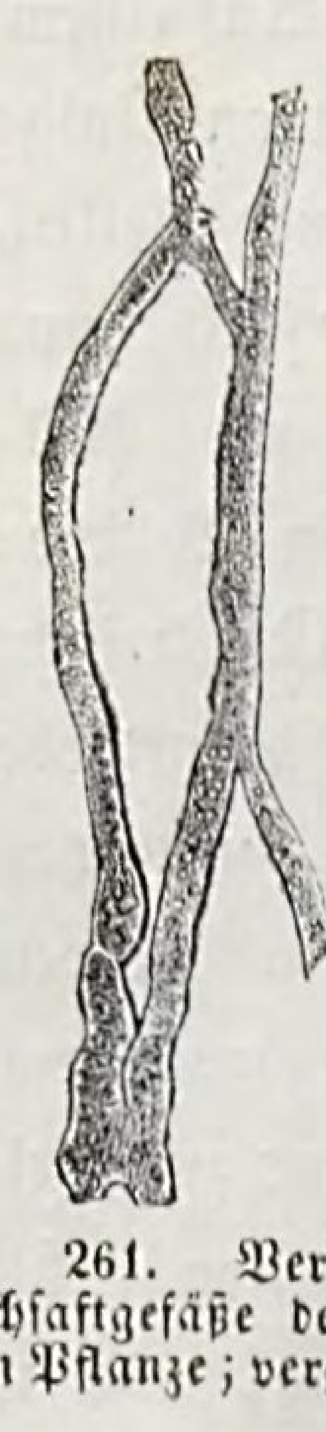


Fig. 261. Verbundene Milchsaftgefäße der nämlichen Pflanze; vergrößert.

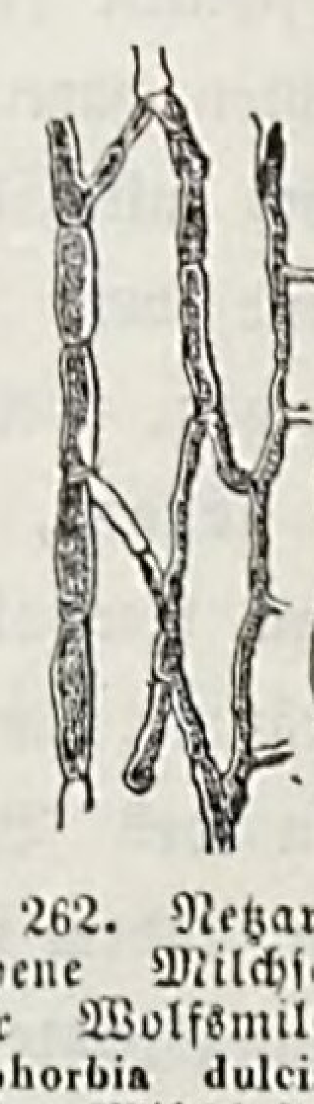


Fig. 262. Netzartig verbundene Milchsaftgefäße einer Wolfsmilchpflanze (Euphorbia dulcis), mit weißem Milchsafte gefüllt; vergrößert.

einer besondern Substanz, des **Kautschuk** oder **Federharzes**, in demselben schwimmt, sowie daß derselbe eine Menge ganz eigenthümlicher und bei den verschiedenen Pflanzengeschlechtern sehr verschiedener, „brennend" und „ätzend" wirkender (Schöllkraut, Wolfsmilch) und oft furchtbar giftiger Mischungen enthält. Beim **Wasserwegerich** bewirkt ein solcher Milchsaft die Eigenschaft der Blätter, **Blasen auf der Haut zu ziehen** und für das Vieh ein **tödtliches Gift** zu sein. Ob dieser Milchsaft ein Aussonderungsprodukt der die Milchsaftgefäße begrenzenden Zellen, ob derselbe zur Verbreitung gewisser zubereiteter Substanzen in den Organen der Pflanze oder aber zur Fortschaffung solcher bestimmt sei, endlich, auf welche Weise solche Bestimmung erreicht werde — über alle diese Fragen müssen wir uns noch jede Vermuthung versagen. Man hat eine gewisse Aehnlichkeit zwischen den Milchsaftgefäßen der Pflanzen und den Adern der Thiere finden und demnach den Milchsaft mit dem Blute derselben vergleichen wollen; man hat voreilig die Ansicht aufgestellt, daß ein zusammenhangendes System von Milchsaftgefäßen durch alle Theile der Pflanze verbreitet sei, während man doch nur im Stande war, an ganz vereinzelten Schnitten Beobachtungen zu machen; man hat glauben wollen, der Milchsaft cirkulire in diesem Systeme auf regelmäßige Weise. Allein solche Vermuthungen sind wissenschaftlich ohne Werth, so lange dieselben unerwiesen bleiben. Eine gewisse Bewegung des durch viele Körnchen getrübten Milchsaftes hat man allerdings bei einigen Pflanzen beobachtet, allein meistens nur an abgeschnittenen Stücken von Blättern oder Stengeln, bei welchen durch den Schnitt selbst ein Ausfluß des Saftes und daher eine Bewegung hervorgebracht werden mußte. Wo aber an **unversehrten Pflanzentheilen Bewegungen** beobachtet wurden (Fig. 263), wie solches eben bei den Blättern des **Wasserwegerichs**, dessen Milchsaft übrigens farblos erscheint, besonders leicht ist, da nimmt man allerdings ein **bald langsameres, bald schnelleres Strömen** wahr, jedoch **bald in der einen, bald in der andern Richtung** und mit **häufigen langen Stillstandsperioden**. — Wie Vieles wir noch bei den Pflanzen zu entdecken übrig haben, das erkennt man am Besten aus unserer völligen Unkenntniß der Natur und Bedeutung eines so wesentlichen und wichtigen Theiles ihrer Organisation, wie die Milchsaftgefäße! — Die **Blätter des Pfeilkrautes** liefern einen interessanten Beitrag zur Metamorphose der Pflanzenorgane. Dasselbe trägt an seinem Stengel Blätter mit langem, aufrechtem Blattstiele und großem pfeilspitzenförmigem Saume, während die unteren Blätter, welche flach auf dem Wasser liegen, sich in lange und dünne Bänder ausstrecken, an welchen man Saum und Blattstiel nicht unterscheiden kann. Den Uebergang zwischen beiden Formen findet man ebenfalls, und es machen diese Verhältnisse begreiflich, daß man bei ähnlichen bandartigen Blättern vieler mono=

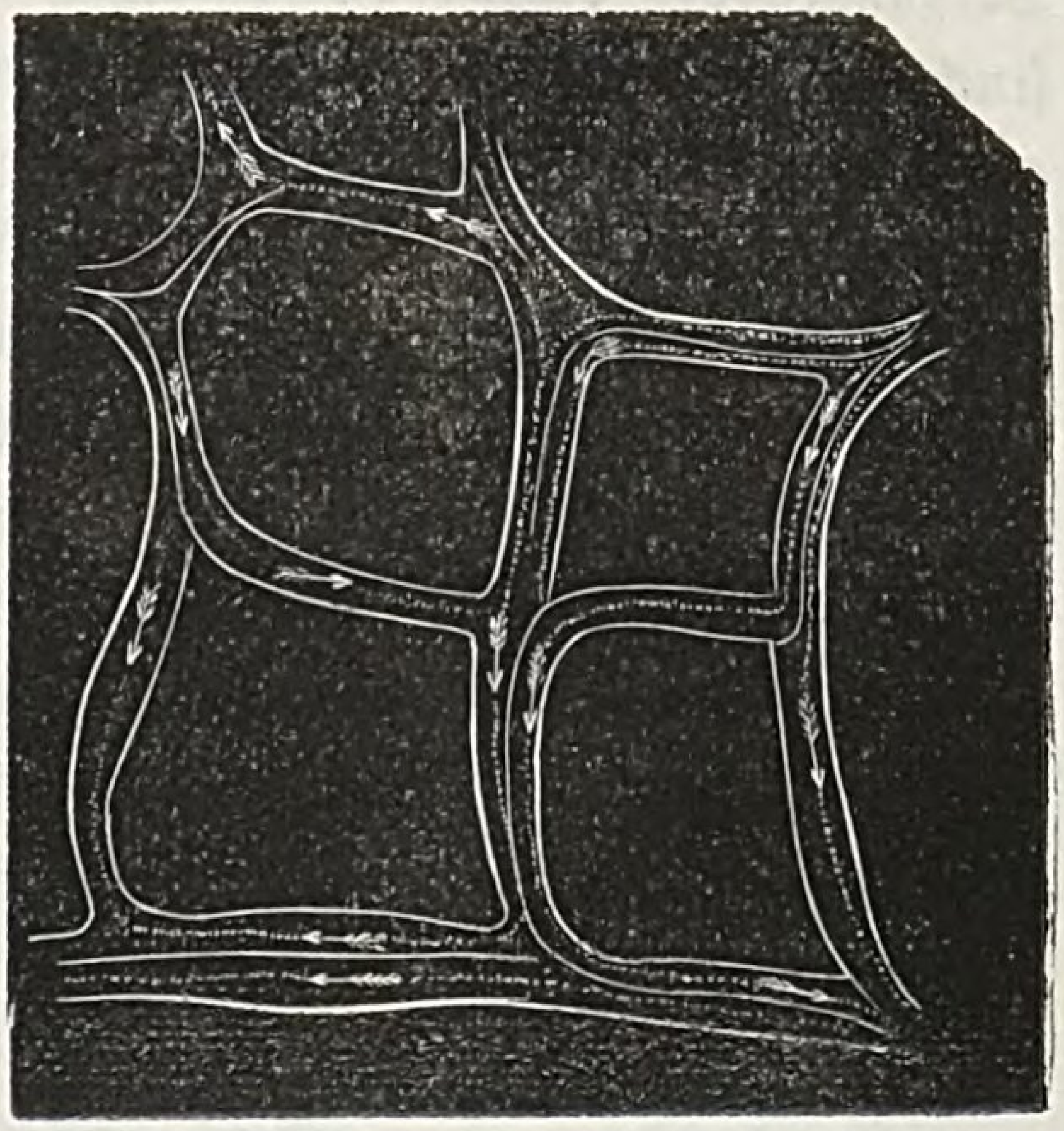


Fig. 263. Sehr vergrößerte Darstellung der Strömungen in einem Netze von Milchsaftgefäßen eines Blattes vom Schöllkraute (Chelidonium). Die Pfeile deuten die Richtung der Strömungen an.

cotyledonischen Pflanzen den einen Theil für den Blattstieltheil oder das Phyllodium, den andern, ganz unmittelbar mit jenem vereinigten, für das eigentliche Blatt zu halten haben kann. — Bei den Wasserlinsen ist die Einfachheit der Organe außerordentlich; man findet, anstatt Stengeln und Blättern, nur einen linsenförmigen Körper, aus dessen Rande unmittelbar die Blüthen hervortreten. — Bei diesen Pflänzchen hat man Gelegenheit, die fortwährende Abstoßung von Zellen, welche an den Wurzelfaserchen der Pflanzen stattfindet, zu beobachten, denn da solche hier in ganz unverletztem Zustande betrachtet werden können, weil man nicht nöthig hat, sie, wie bei anderen Gewächsen, zuvor von dem umgebenden Erdreiche zu befreien und dadurch der Gefahr von Verletzungen auszusetzen, so sieht man hier an den Wurzelspitzchen fast immer ein deutliches Häufchen von abgestoßenen Zellen angesammelt, welches man Wurzelschwämmchen genannt hat, und dessen hie und da auch bei den Wurzeln anderer Pflanzen gefundenes Vorkommen zu der Idee Veranlassung gab, daß die Auffaugung der Wurzeln vermittelt werde durch schwammig poröse Organe, welche man so benannte.

Die Blüthen der Najadeen und Lemnaceen sind äußerst unscheinbar, indem ihnen Perigonblätter fast ganz, einigen völlig fehlen, und nur die meistens sehr geringen Staubfäden und Fruchtknoten in verschiedener Zahl ausgebildet sind. Bei den ganz untergetauchten Pflanzen, welche eines vollkommenen Blüthenperigons entbehren, strecken sich die Blüthenstände, wenigstens für die Zeit der Befruchtung, aus dem Wasser hervor, eine Erscheinung, welche ohne Zweifel in nothwendigem Zusammenhange steht mit besonderen, in dieser Periode eintretenden Vorgängen des Lebens der Pflanze. Ohne eine solche Einrichtung würde die Befruchtung nicht stattfinden können, indem die Pollenzellen, wenn solche dem Wasser ausgesetzt würden, durch die zu heftige Auffaugung vor Erreichung ihres Zweckes zerplatzen müßten. Wenn aber Froschlöffelpflanzen durch hohen Wasserstand gezwungen sind, unter Wasser zu blühen, so bleibt das Perigon derselben geschlossen, und die von den Blüthenorganen ausgesonderte Luft sammelt sich als eine Blase innerhalb derselben an und macht somit die Befruchtung möglich, da sie das Wasser verdrängt. — Bei dem Wasserriemen und einigen verwandten Pflanzen zeigen die Pollenkörner eine sehr eigenthümliche Form, indem dieselben, röhrenartig verlängert, in einen fadenförmigen Körper auslaufen.

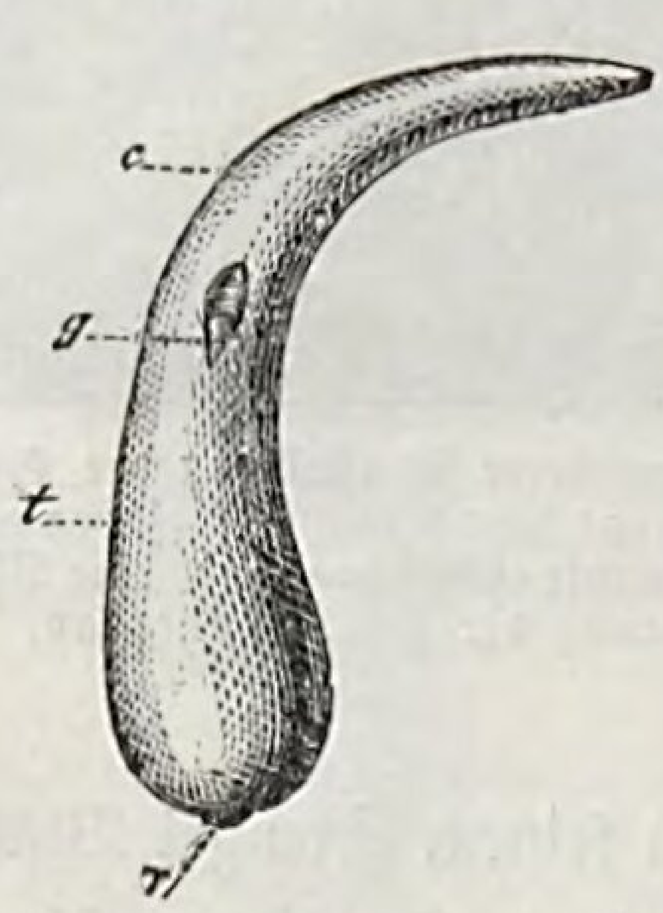


Fig. 264. Sehr vergrößerter Embryo des herzblätterigen Fluthkrautes (Potamogeton perfoliatum) aus dem endospermlosen Samen herausgenommen. *

* c Cotyledon; g Keimungsknöspchen; t Axenorgan (Stengelchen); r der Anfang des ersten Wurzelchens.

Ein Beispiel aus dieser Ordnung haben wir benutzt (Seite 753), um die Entwicklung des monocotyledonischen Embryo zu erläutern (Fig. 264). Ebenso diente uns (Seite 754) eine dem Wasserriemen nahe verwandte Zannichellia, um von der Keimung monocotyledonischer Gewächse (Fig. 265) ein Beispiel zu geben, wozu dieselbe sich vorzüglich eignet, weil bei allen Sumpflilien der Embryo mit sammt seinem ganzen Cotyledon sich von der Samendecke befreit, was keineswegs allgemein bei allen Monocotyledoneen stattfindet. Bei dieser Ordnung aber ist eine solche Keimungsweise in Uebereinstimmung mit dem Mangel eines Endospermes, indem bei ihnen der Embryo sich so sehr ausdehnt, daß der letz-

tere bei der Samenreife ganz allein die Samendecke ausfüllt.

Die Salzbinse (Triglochin maritimum) liefert uns den Beweis, daß die Pflanzen nicht bloß zufällig gewisse mineralische („unorganische") Substanzen mit ihrer Nahrungsfeuchtigkeit aufnehmen, sondern daß sie mancher derselben zu ihrem Gedeihen mit Nothwendigkeit bedürfen, sei es, daß sie nur bei Anwesenheit derselben die nöthige Festigkeit ihrer Gewebe erlangen, oder sei es, daß die Anwesenheit dieser Substanzen zu den chemischen Prozessen erforderlich ist, auf welchen ihre Lebensvorgänge beruhen. Die Salzbinse wächst theils am Meeresstrande, theils aber weit vom Meere entfernt im Inlande, hier aber stets nur an sehr vereinzelten Orten, an welche sie gleichsam gebannt erscheint. Es ist das Vorhandensein von Kochsalz im Boden, welches sie theils an die Ufer der salzigen Meerfluth, theils an die Umgebungen von Salzquellen fesselt. Man findet Kochsalz in dieser Pflanze stets in solcher Menge, daß man sie zur Sodabereitung benutzen kann.* Die Quantität ihres Kochsalzgehaltes bleibt sich stets gleich, auch wenn sie auf einem Boden wächst, in dessen Feuchtigkeit eine nicht anderweitig wahrnehmbare Spur von Salzgehalt vorhanden ist. So dient diese Pflanze gleichsam als ein Merkzeichen im Boden verborgenen Salzes und verschwemmter Salzquellen.

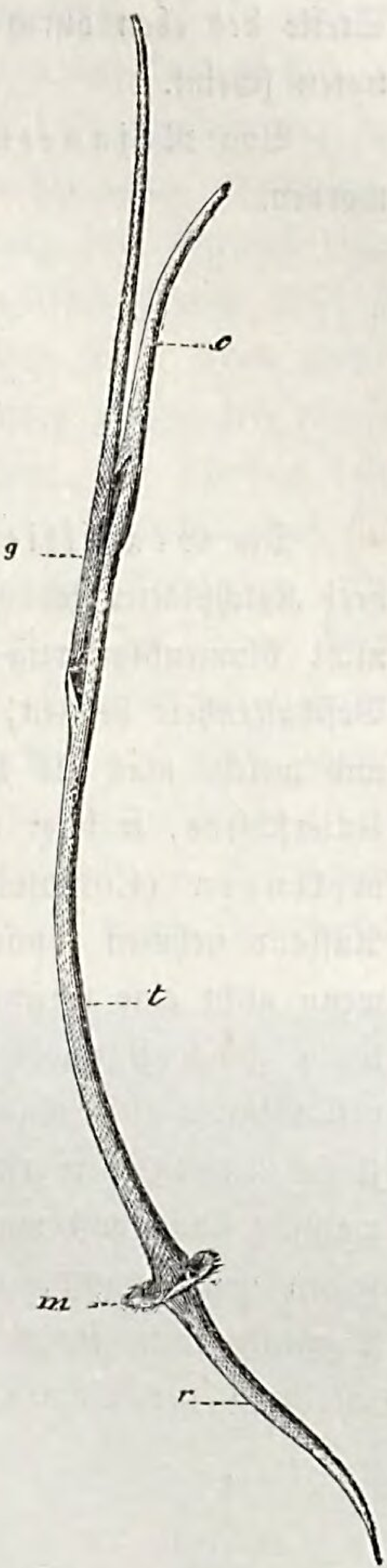


Fig. 265. Keimender Embryo der Sumpfzannichellia (Zannichellia palustris), vergrößert.*

* *c* Cotyledon; *g* Keimungsknöspchen, aus welchem schon das erste Blatt entsprungen ist; *t* Stengelchen; *r* Wurzel; *m* ein Läppchen von Zellgewebe, welches wie eine Art Scheide die Wurzel umgibt.

Der Wasserriemen (Zostera marina), das seiner langen, schmalbandförmigen und durch Dörrung sich zusammenkrollenden Blätter wegen zu Polsterungen so vielfach verwandte „Seegras," ist die einzige Samenpflanze, welche im Meere wächst. Auch sie ist reich an Kochsalz, außerdem an Jodnatrium. Mit Tangen untermengt, bildet sie die „Wiesen" auf dem Grunde des Meeres, jedoch nie in großen Tiefen, vielmehr vorzugsweise in der Nähe der Küsten. Bei den Zosteraceen und bei den Wasserlinsen, welche ihnen in der ganzen Tracht so außerordentlich entgegengesetzt erscheinen, besitzt der Embryo eine seltsame Eigenthümlichkeit, indem das Axenorgan desselben einen sehr beträchtlichen seitenständigen Auswuchs bildet (Fig. 265, a), welcher die Hauptmasse des Embryo ausmacht, und in Bezug auf Anhäufung von Nahrungssubstanzen für den Keim gleichsam die

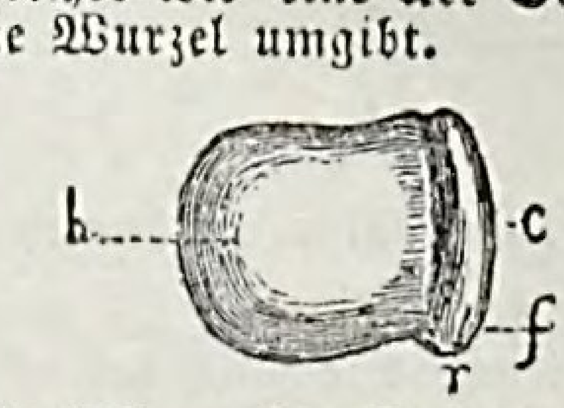


Fig. 265, *a*. Der Embryo einer Zosteracee, der Seeruppia (Ruppia maritima), vergrößert.*

* *c* Cotyledon; *r* Wurzelende; *f* Keimungsspalte, unter welcher das Keimungsknöspchen verborgen liegt; *h* der Auswuchs des Embryo.

* Kochsalz, Chlornatrium, verwandelt sich bei der Verbrennung der Pflanze durch Verflüchtigung des Chlors und Aufnahme von Sauerstoff und Kohlensäure in kohlensaures Natron oder Soda.

Stelle des eben durch seine Ausbildung hier völlig verdrängten Endosperms zu vertreten scheint.

Von Najadeen sind schon in der Kreideformation Spuren aufgefunden worden.

Fünfte Ordnung.

Die Graslilien. Juncinæ.

Die Graslilien sind charakterisirt durch ein liliaceenartiges Perigon, dessen drei Kelchblätter jedoch, wie dieses auch bei den Froschlöffelgewächsen der Fall ist, nicht blumenblattartig gefärbt, sondern grün erscheinen und dabei hier ganz die Beschaffenheit besitzen, welche wir bei den Knospendecken der Coniferen kennen lernten, und welche man als hornig-hautartig bezeichnen könnte. Nach diesem unwesentlichen Unterschiede, welcher noch obendrein bei einigen Arten aus der Familie der Commelineen (Commelineæ) gar nicht entschieden hervortritt, würde man kaum Anstand nehmen können, die Gewächse dieser Ordnung zu den Liliaceen zu stellen, wenn nicht eine wesentlichere Verschiedenheit sich dadurch ergäbe, daß bei den Graslilien ganz allgemein die Samenknospen entweder einzeln in den Achseln der Karpellarblätter entspringen, oder aber reihenweise an Samenträgern stehen, welche aus jenen Achseln hervortreten, welche aber mit den Karpellarblättern so völlig verwachsen sind, daß man sie höchstens als eine Art von Adern oder Rippen an denselben wahrnimmt, und daher sehr leicht zu der Meinung kommen kann, die Samenknospen entsprängen an den Karpellarblattrippen. Man nennt eine solche Stellung der Samen, bei welcher die Mittelaxe im Fruchtknoten gewöhnlich gar nicht verlängert ist, „wandständig," zum Unterschiede von der axenständigen der Liliaceen. Wir finden eine solche bei manchen Pflanzenfamilien, sowohl monocotyledonischen, als auch dicotyledonischen (Fig. 266), und da die Anordnung der Samenknospen bei jeder Pflanzenart stets sehr unveränderlich ist, und bei übrigens ähnlich organisirten Arten, Geschlechtern und selbst Familien ebenfalls übereinstimmend befunden wird, so bietet sich dieselbe als ein bequemes und sicheres Merkmal zur kurzen Charakteristik solcher Abtheilungen dar. Uebrigens sind mit der Eigenthümlichkeit der Samenstellung bei den Graslilien viele andere Eigenthümlichkeiten verbunden, welche die Pflanzen dieser Ordnung von den eigentlichen Liliengewächsen unterscheiden.

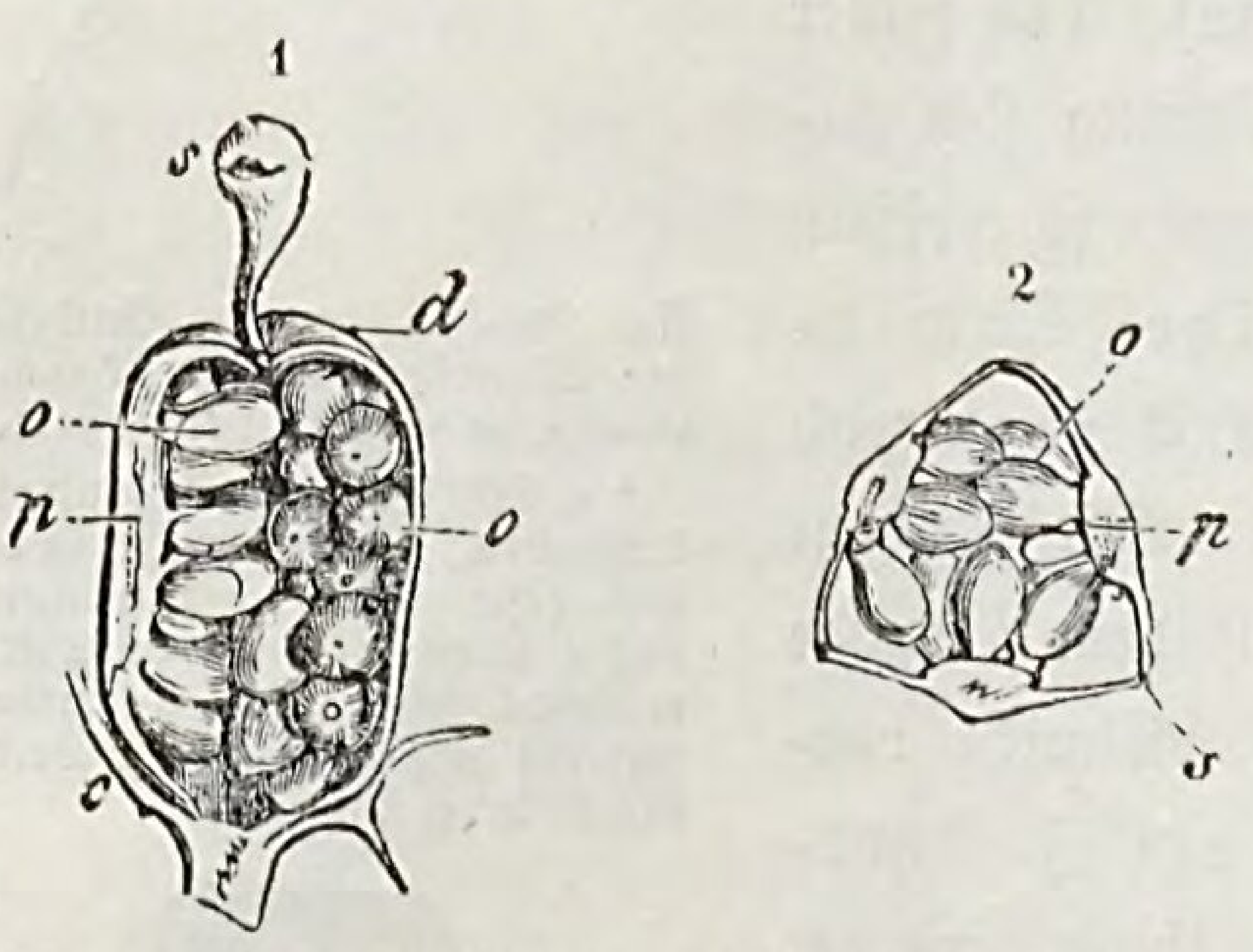


Fig. 266. Eine Frucht mit wandständigen Samen.*

* Als Beispiel der Wandständigkeit der Samen bedienen wir uns des Beispiels des dreifarbigen Veilchens oder Stiefmütterchens (Viola tricolor). — 1 Die kapselförmige, dreiklappige Frucht, senkrecht durchschnitten, sechsfach vergrößert; *s* die kopfförmige Narbe des Griffels; *d* die Fruchtknotenwandung; *p* Samenträger; *oo* Samen, theils an dem senkrecht geschnittenen Samenträger befestigt, theils an einer andern Klappe stehend und die Mikropyle zeigend; *c* die Kelchblätter, welche erhalten geblieben, während die Blumenblätter abgefallen sind. — 2 die nämliche Frucht im Horizontaldurchschnitt; *s* die nahtähnliche Zusammenfügung der Karpelle; *p* die mit den Karpellen verwachsenen Samenträger; *o* die Samen.

Die Familie der Commelineen enthält einige beliebte Zierpflanzen, die

Commelinen Westindiens und die Tradeskantien Virginiens. Diese zeichnen sich durch herrlich gefärbte Blumen aus. Die Blätter der Tradeskantien sind an ihrem Grunde nicht bloß so verbreitert, daß ihre Blattstiele halb scheidenartig den Stengel umfassen, sondern hier bildet sich wirklich eine vollkommen geschlossene, etwa wie die Blätterscheiden der Schafthalme manschettenartig den Stengel rings umgebende kurze Röhre,' das sogenannte Stiefelchen, welches jedoch nicht in eine Anzahl von Blattspitzchen ausläuft, sondern nur an einer Seite einen großen länglich eiförmigen Blattsaum trägt. Die achselständigen Knospen müssen hier ebenso, wie bei den Schafthalmen, diese Scheide geradezu durchreißen, und scheinen dann unter dem Blatte zu entspringen. — Bei manchen Pflanzen dieses Geschlechtes sind die Blätter nicht rein grün gefärbt, sondern parallel mit den Blattnerven grün, violett und weißlich gestreift, auf der Unterseite ganz violett. Die letztere Farbe rührt von einem so gefärbten Safte der Epidermiszellen her. Obgleich die Ursachen dieser Färbung und die Substanzen, von welchen dieselbe ausgeht, noch nicht genauer untersucht sind, so ist es doch sehr wahrscheinlich, daß dieselbe mit der sehr geringen Sauerstoffabscheidung, welche in den betreffenden Zellen stattfindet, in Zusammenhang steht, sowie mit der Eigenthümlichkeit, daß die Blätter sehr wenig Feuchtigkeit verdunsten lassen, dagegen sogar noch solche aufnehmen. Die mißfarbige Tradeskantie (Tr. discolor) bedarf fast keines Wassers zu ihrer Erhaltung. Die Einwirkung des Lichtes auf diese Pflanze ist eine sehr geringe, ja, es scheint, daß dieselbe durch die dunkle Färbung der Oberhaut verhindert werde. Die Pflanze wächst daher im Schatten, ja, im matt erhellten Winkel eines Zimmers ebenso gut, als am Sonnenlichte, während grünfarbige Gewächse unter gleichen Umständen absterben. Bemerkenswerth ist auch der Umstand, daß die Zellen der Oberhaut auf der oberen Blattfläche ganz, wie bei so vielen Blumenblättern, nicht abgeplattet, sondern wärzchenförmig rundlich erhaben sind, was den Blättern einen sammetartigen Schimmer verleiht. Viele Zellen ragen sogar als Härchen hervor. Alle Theile der Pflanze sind ferner mit langen Flaumhärchen besetzt, welche aus mehreren aneinander gereihten Zellen bestehen; selbst an den Staubfäden finden sich solche, und an diesen entdeckte man bei dem virginischen Spinnenkraute zuerst die Rotation des Zellsaftes, welche man später in allen Haaren (Fig. 267) und selbst in den jungen Parenchymzellen dieser Pflanze, dann aber bei vielen Wurzelhärchen von Wasserpflanzen aus der Familie der Najadeen und Hydrochārideen, und endlich so vielfach beobachtete, daß man dieselbe jetzt zu den allgemeinen Erscheinungen der Pflanzenzelle in ihrem Jugendzustande hält.

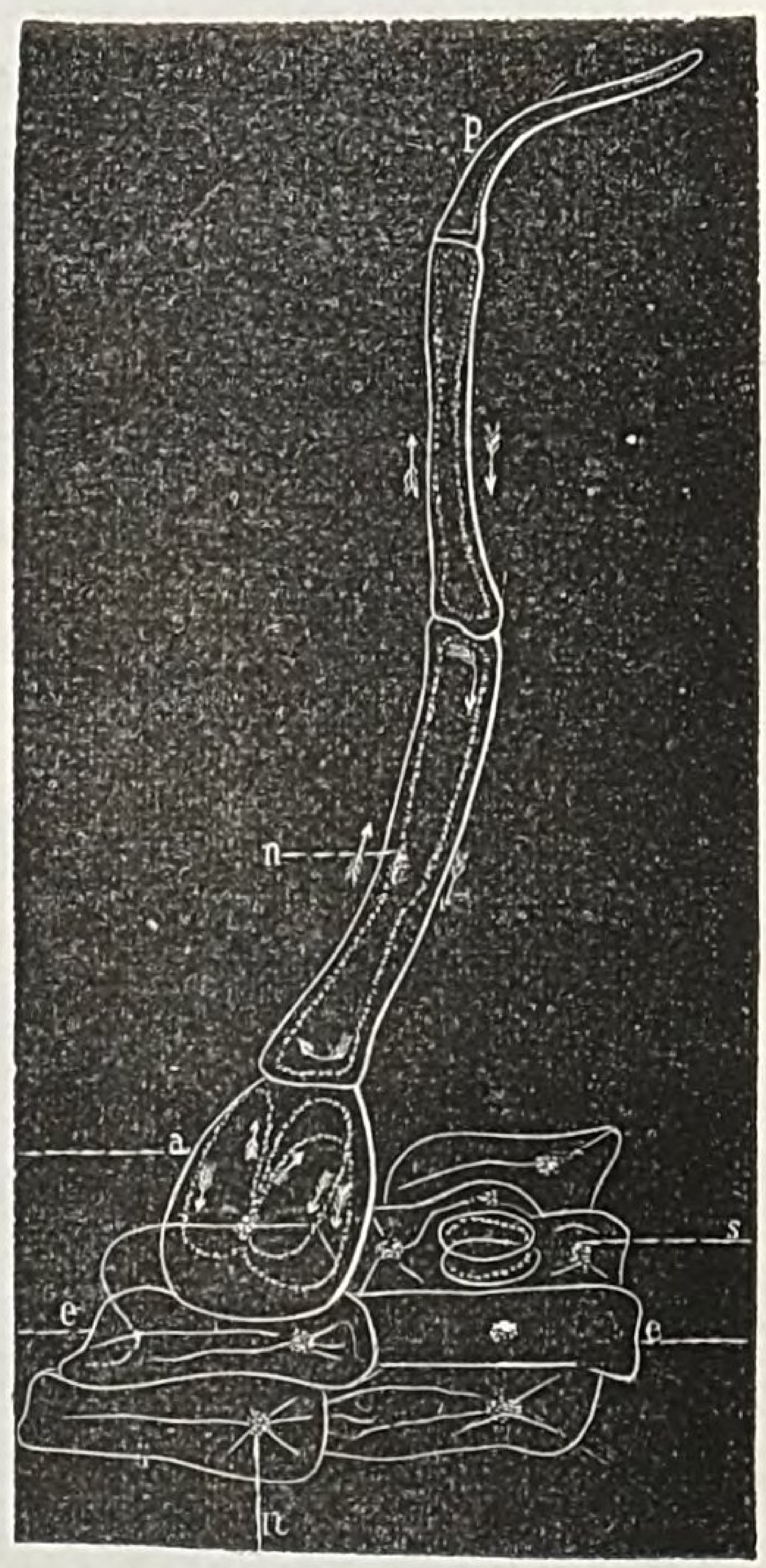


Fig. 267. Die Rotation des Zellsaftes. *

* *p* Ein Haar von dem Kelche des virginischen Spinnenkrautes (**Tradescantia virginica**), aus mehreren Zellen bestehend; *e e* einige Zellen der Epidermis; *s* Spaltöffnung. In jeder dieser Zellen bemerkt man den Cytoblasten *n*, um welchen, wie die punktirten Strömungslinien und die zur Bezeichnung der Richtung eingefügten Pfeile es andeuten, die Strömung sich bewegt und, wo mehrere Strömungen vorhanden sind, wie in der großen Grundzelle *a*, da kreuzen dieselben sich bei dem Cytoblasten.

Die Familie der Degenkräuter (Xyrideæ) kommt in Europa gar nicht vor. Eine Merkwürdigkeit der hieher gehörigen Pflanzen möge dennoch Erwähnung finden. Es sind nämlich die Spitzen der drei Kelchblätter so seltsam ausgebildet, daß sie die drei Blumenblätter kappenförmig bedecken.

Wichtiger ist für uns die Familie der Binsen oder Simsen (Juncaceæ). Diese sumpfliebenden Gewächse (Fig. 268) haben einen knolligen, d. h. kurzen und dicken Wurzelstock in der Erde. Die hervorragenden Sprosse tragen an ihrem unteren Theile einige kurze schuppenartig halbscheidenförmige Blätter, welchen einige längere folgen. Der Schaft, der sogenannte Binsenhalm, ist größtentheils unbeblättert; nur ein einziges Blatt trägt er an seiner Spitze und dieses umgibt den Gipfel so völlig, daß man nichts von demselben sieht, vielmehr das Blatt, welches die Richtung des Halmes gerade fortsetzt und durchaus nicht eine Platte, sondern eine lange Pfriemenform darstellt, für die unmittelbare Spitze desselben halten sollte. Erst wenn nachträglich auf dem Gipfel des Schaftes der Blüthenstand sich entwickelt, wird dieser Punkt äußerlich bezeichnet. Die Blüthenknospen bilden sich innerhalb des Blattgrundes und brechen dann seitlich aus demselben hervor. Ein ganzer Büschel derselben erscheint als ein kurzes Knäuelchen (Fig. 269). Die verästelten Blüthenstielchen entspringen aus Achseln sehr kleiner, hautig schuppenartiger Deckblättchen. Die Perigonblätter sind alle sechs bräunlichgrüne, spreuartig trockenhautige Schüppchen, ganz wie die Blüthenblätter oder sogenannten Spelzen der Gräser. — In dem Binsenhalme befinden sich die Gefäßbündel nur im Umfange, ganz nahe unter der grünen Zellenschicht, welche zunächst unter der Oberhaut liegt.

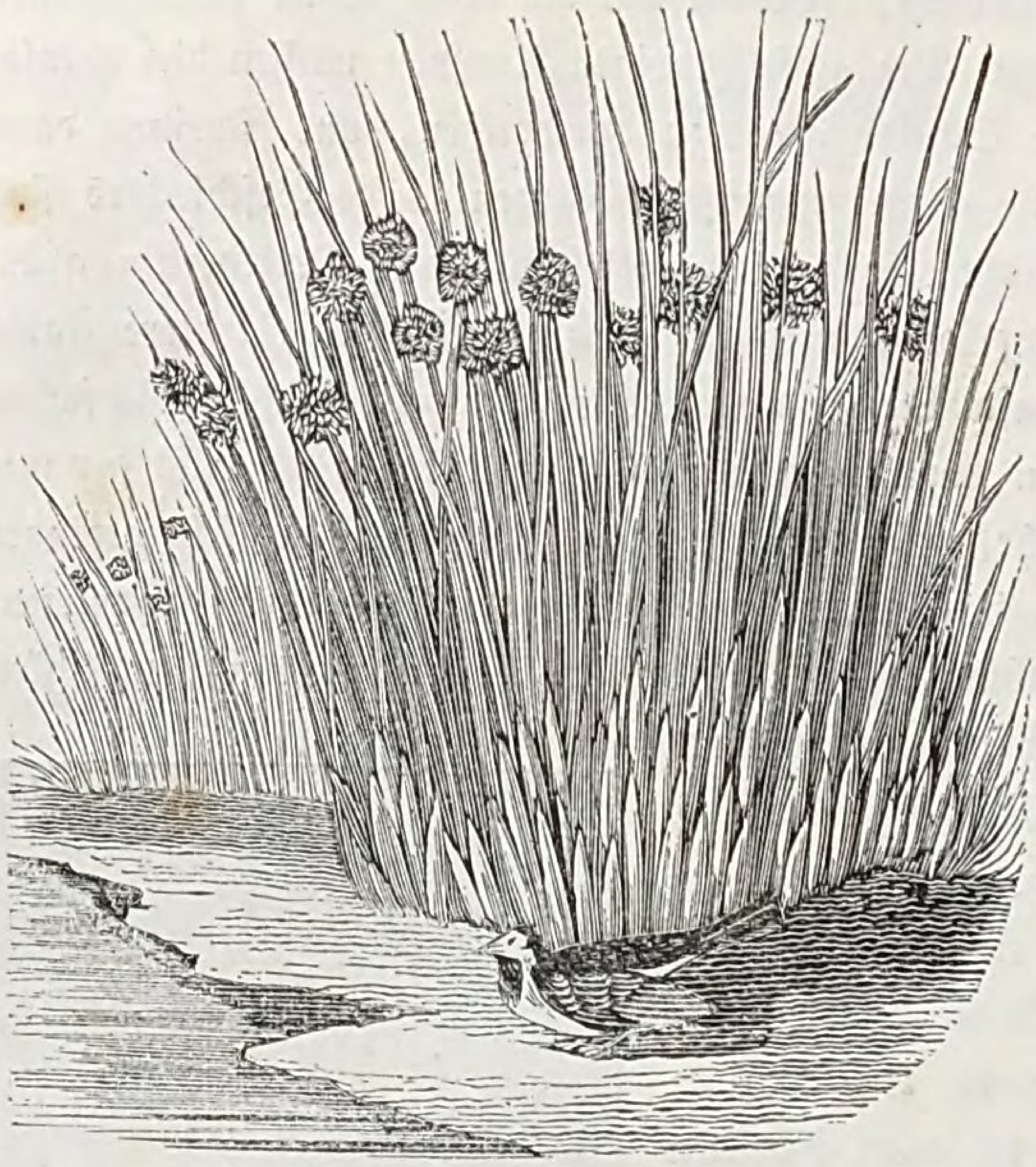


Fig. 268. Die harte oder Knäuelbinse (Juncus conglomeratus).



Fig. 269. Die Flatterbinse (Juncus effusus).

Das Innere besteht aus einem markigen farblosen Zellgewebe von sehr eigenthümlicher Beschaffenheit. Die Zellen desselben sind nämlich in eine Anzahl schlauchartiger Ausbauchungen ihrer Wandungen gleichsam sternförmig ausgezogen, und da die benachbarten Zellen sich untereinander nur mit den Enden dieser Ausbauchungen berühren, so bleiben zwischen ihnen sehr bedeutende Interzellularräume, welche mit Luft erfüllt sind (Fig. 270). Diese eigenthümliche Erscheinung ist eine Folge der



Fig. 270. Sternförmige Zellen aus der Flatterbinse (Juncus effusus). *

* l l Interzellularräume.



Fig. 271. Die scharfe Binse (Juncus acutus).

verhältnißmäßig viel stärkeren Vermehrungsfähigkeit der Zellen des Umfanges, mit welchen die Zellen des Innern nicht gleichen Schritt zu halten vermögen. Letztere werden durch den stets zunehmenden Umfang auseinander gezogen, und bei ausgewachsenen Binsenhalmen findet man mitunter Spuren einer völligen Zerreißung ihres Zusammenhanges. Es findet sich eine ähnliche Einrichtung des Zellgewebes bei vielen Wasserpflanzen, und es rührt daher die geringe Festigkeit und Leichtigkeit derselben; ja auch bei manchen anderen Gewächsen, selbst bei dem Marke mancher Dicotyledoneen, z. B. dem der gemeinen Ackerbohne (Vicia faba), trifft man ein solches Zellgewebe als Ursache der außerordentlichen Lockerheit an, welche die aus solchem bestehenden Theile zeigen. Bei den Binsen verursacht es die Fähigkeit des Halmes, vollkommen platt gedrückt zu werden, wodurch diese, vermöge der zähen Faserbündel ihres Umfanges so biegsamen und haltbaren Pflanzen ein ausgezeichnetes Material zu Mattengeflechten und mancherlei anderen nützlichen Gegenständen darbieten. Man benutzt vorzugsweise die Flatterbinse (Fig. 269), die Knäuelbinse (Fig. 268) und die scharfe Binse (Fig. 271), von welchen die letztere sich durch lange grasähnliche, bandförmig flache, rinnenartig zusammengebogene Blätter, mit schneidend scharfem Rande und durch große spelzenartige Deckblätter des, hier deutlich auf dem Gipfel des Halmes stehenden, Blüthenstandes botanisch eben so sehr auszeichnet, als durch ihre Höhe und Dicke in Bezug auf praktische Nützlichkeit. Sie wird an den Seeküsten Hollands sorgfältig angebaut, besonders wegen der Eigenschaft ihrer Rhizome, den Erdboden durch das natürliche Geflecht ihrer zahlreichen Wurzeln zu befestigen und vor Fortschwemmung zu sichern. Die meistens sehr klein bleibenden After- oder Hainsimsen (Luzula) sehen den

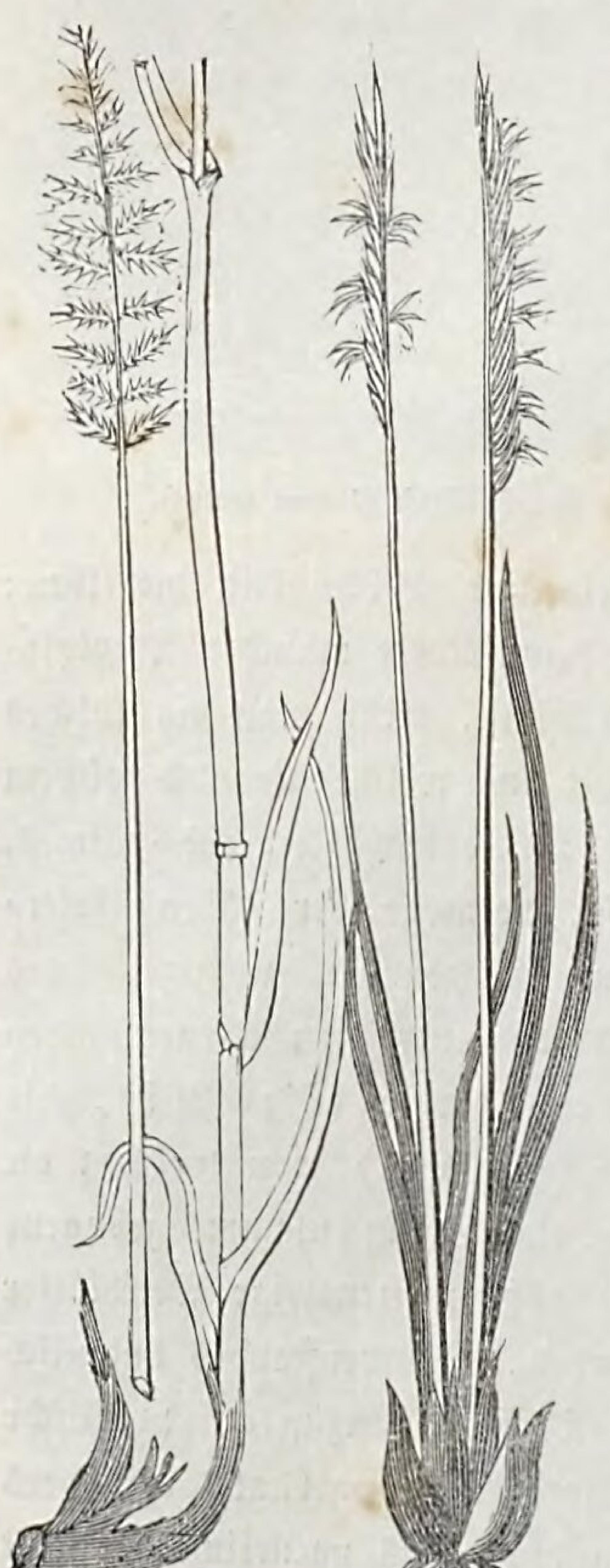
Gräsern noch ähnlicher, unterscheiden sich freilich leicht von denselben durch ihre nicht hohlen Halme und durch die lilienähnlich sechsspelzigen Blüthchen.

Die Familie der Restiazeen (Restiaceæ), welche sich dadurch auszeichnen, daß in jedem Fache ihres Fruchtknotens nur ein Samen, und zwar ganz im obersten Winkel desselben, entspringt, gehören nur den Ländern der südlichen, gemäßigt warmen Zone an.

Sechste Ordnung.

Die Grasgewächse. Glumaceæ.

Die Ordnung der Grasgewächse ist die wichtigste von allen; denn nicht allein die Pflänzchen, welche mit grünem Teppich unsere Matten und Wiesen und den Grund lichterer Waldungen bedecken, und welche gewöhnlich als Gras (Fig. 272) bezeichnet werden, nicht allein diese, auf welchen die Existenz der grasfressenden Thiere, auf welchen unsere ganze Viehzucht beruht, sondern auch alle die verschiedenen Getreidepflanzen, Weizen, Roggen, Gersten, Hafer, Hirse, Reiß und Mais, gehören zu den Grasgewächsen. Uebrigens scheiden sich diese botanisch in zwei Familien, von welchen alle die erwähnte Wichtigkeit nur der einen, nämlich der Familie der eigentlichen Gräser oder Gramineen (Gramineæ) zukommt, welche auch alle die so eben genannten nützlichen Gewächse umfaßt, während die andere Familie, die der Halbgräser oder Cyperaceen (Cyperaceæ), weder gutes Futter für das Vieh, noch allgemein wichtige Nahrungsstoffe für den Menschen darbietet. Ein leicht aufzufassendes Merkmal unter-



a b

Fig. 272. Gräser. *

* *a* Gefiedertes Kammgras (Cynosurus cristatus); *b* steifes Borstengras (Nardus stricta).

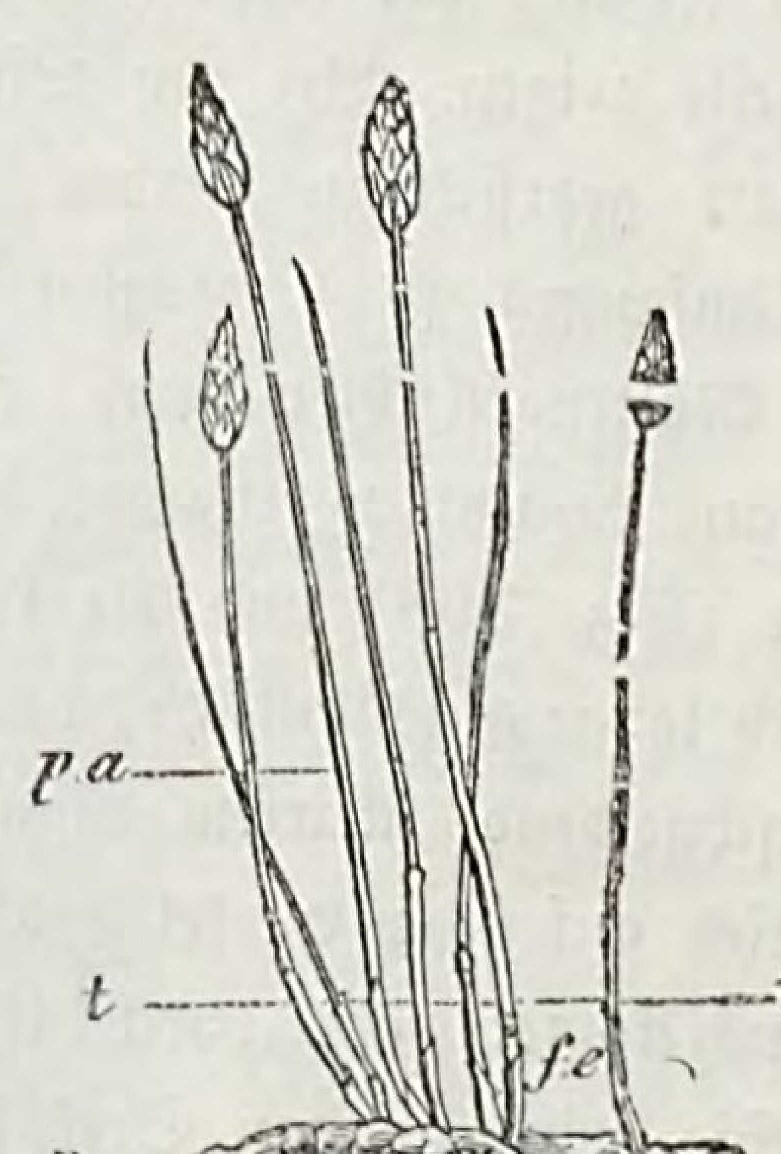


Fig. 273. Das Rhizom eines Halbgrases, des Sumpfbinsengrases (Scirpus palustris), 1/8 d. nat. Gr. *

* *r* Rhizom mit Wurzeln; *tt* Erdoberfläche; *fe* schuppenförmige Blätter (Phyllodien) des Rhizomes; *pa* die aus dem Boden hervorsprossenden Halme (Zweige) mit ihren Blattschüppchen, Blättern und Aehren (Blüthenständen).

scheidet beide. Die Halbgräser haben nie hohle, selten knotig gegliederte Halme, während die eigentlichen Gräser immer hohle und knotig gegliederte Halme zeigen.

Der eigentliche Stamm aller Grasgewächse ist ein unter dem Boden sich verbergendes Rhizom (Fig. 273 und 274); die Halme, welche aus dem Boden hervortreten, stehen als Zweige an demselben, bald sehr weit von einander getrennt, bald dagegen sehr nahe zusammengedrängt. In letzterem Falle, wenn die Axe des Rhizoms sich äußerst wenig verlängert, stellt letzteres nicht selten eine Art von Zwiebel dar, und die Gipfelknospe desselben wird durch die sehr überhandnehmende Entwicklung der Zweighalme völlig unterdrückt. Dieses Verhältniß herrscht mehr oder weniger ausgezeichnet bei fast allen einjährigen Gräsern, wie z. B. bei unseren Getreiden, welche übrigens durch besondere Verfahrungsweisen der Cultur zum Theil auch mehrjährig gemacht, d. h. zur Fortentwicklung des unterirdischen Gipfelsprosses ihres Rhizoms veranlaßt werden können. Bei solchen Gräsern mit äußerst kurzem Rhizome findet man letzteres oft nur bei genauer Untersuchung, während man auf den ersten Blick die Zweige (Halme) für Hauptaxen halten möchte, und somit, wie man sich auch im gewöhnlichen Leben wohl auszudrücken pflegt, glauben könnte, es entspringen hier (Fig. 275) mehrere Stämme aus einer gemeinsamen Wurzel. Merkwürdig ist das Wechselverhältniß zwischen der Entwicklung des Rhizoms und derjenigen des Samens. Unter allen Gräsern, deren Rhizom weit fortsprossend sich unaufhörlich aus sich selbst verjüngt, ist keine Art, welche durch ihren Samen zur Nahrung der Menschen zu dienen vermag; alle die durch die Nahrhaftigkeit und die Menge ihres Samens ausgezeichneten Getreide dagegen erschöpfen die Vegetationsfähigkeit ihrer Hauptaxe in der Erzeugung desselben und sichern zugleich durch diesen ihre Fortpflanzung, während die ausdauernden Gräser sehr wenigen keimungsfähigen Samen hervorbringen. Beispiele hievon liefern nicht nur unsere Wiesengräser



Fig. 274. Das Rhizom eines eigentlichen Grases des Queggenweizens (Triticum repens). $1/2$ d. nat. Gr. *

* Man bemerkt das mit schuppenförmigen kleineren und größeren Blättern besetzte Rhizom mit seinen Wurzeln, dann unterirdisch bleibende Verzweigungen und auffsprossende Halmzweige. Die Aehre ist in nat. Gr.

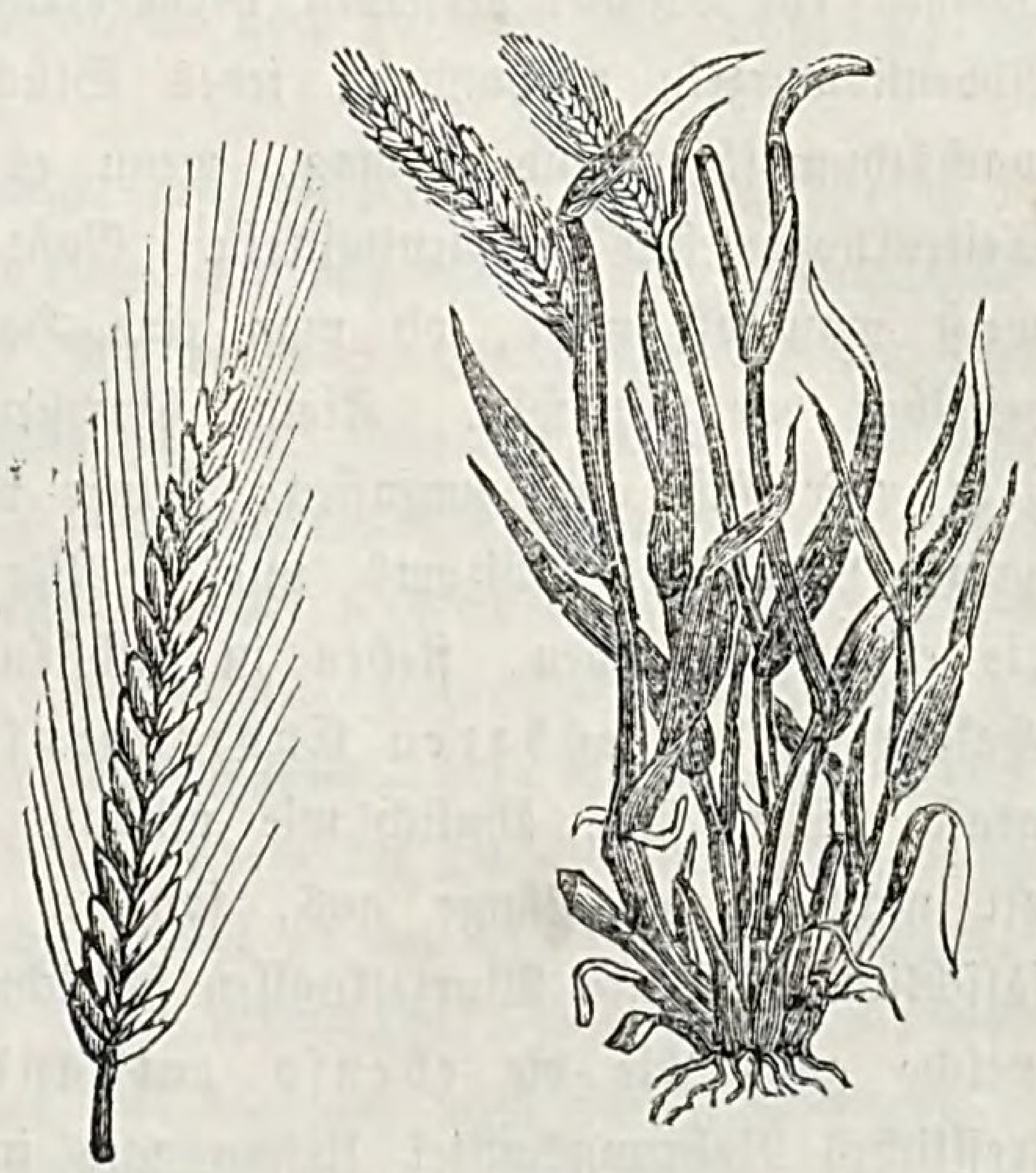


Fig. 275. Der Roggen (Secale cereale) Pflanze und Aehre.

großentheils, indem es bei manchen derselben schwierig ist, den zur Aussaat erforderlichen Samen zu erhalten, sondern das merkwürdigste und wichtigste Beispiel bietet das ebenfalls zu den Gräsern gehörige Zuckerrohr dar, welches man noch nie durch Samen hat fortpflanzen können, und dessen Rhizome unaufhörlich fortsprossen und alljährlich zahlreiche kolossale, fast baumartige Halme aus dem Boden emportreiben. Ganz im Gegensatze dazu steht der Mais, dessen Rhizom durch die Entwicklung eines sehr starken und fruchtbaren Halmes gänzlich unterdrückt bleibt, so daß es sich gar nicht entwickelt, während es doch beim Keimpflänzchen vorhanden ist. — So nützliche Vortheile bei manchen Gräsern für den Menschen aus dem Vorhandensein eines ausgedehnten Rhizoms entspringen, so rühren doch eben von demselben auch einige große Belästigungen des Landmannes her. Besonders bei solchen Gräsern ist dieses der Fall, deren Rhizom nicht allein sich stark verlängert und dabei zahlreiche Halmzweige aus dem Boden hervortreibt, sondern auch unterirdisch bleibende Stocksprossen erzeugt, d. h. Zweige, welche selber als Rhizome fortwachsen. Solche verästelte Rhizome durchflechten den Boden in solchem Grade, daß sie fast nicht auszurotten sind, und überall zeigen sich, trotz aller Sorgsamkeit des Gärtners, immer von Neuem ihre Halme und Blätterbüschel. Aus dieser Ursache ist das Queggen- oder Queckgras (Fig. 274), welches übrigens mit dem edelsten Getreide, dem Weizen, sehr nahe verwandt ist und mit demselben zu dem gleichen Geschlechte gerechnet wird, als Unkraut so sehr verrufen. Dem Sandhaargrase (Elymus arenarius) verleiht eine ähnliche unterirdische Verästelung des Rhizoms die Eigenschaft, den lockersten Flugsandboden zu befestigen und zu allmähliger Begrünung vorzubereiten, eine Eigenschaft, um derentwillen diese Pflanze in einigen Gegenden nicht genug zum Anbau empfohlen werden kann. Ein Halbgras, die Sandsegge (Carex arenaria) taugt zu dem nämlichen Zwecke. Uebrigens ist die Rasenbildung unserer Wiesengräser nicht minder ein Ergebniß der Rhizomverästelung. — Das Rhizom der Grasgewächse ist weißlich oder gelblich von Farbe und dadurch wurzelähnlich; übrigens entspringen die Wurzeln aus demselben und zwar so, daß in der Regel unter der Ursprungsstelle jedes Halmzweiges ein Büschel derselben hervorbricht. Eine Hauptwurzel fehlt, es sind nur Adventivwurzeln vorhanden; jedes Stück des Rhizoms ist daher auch für sich wachsthumsfähig und vermag, wenn es einer Gipfelknospe entbehrt, durch eine Seitenknospe sich fortzuentwickeln. Ganz wie bei den Schafthalmen (Seite 687) weiß man oft nicht, ob man eine Hauptaxe des Rhizoms oder eine Zweigaxe desselben vor sich sehe. Kleine schuppenförmige Phyllodien, welche die Axe halb oder fast ganz umfassen, stehen bald gedrängter, bald vereinzelter an der ganzen Länge des Rhizoms, und die Verästelungen, die unterirdischen sowohl, als die emporsprossenden, stehen in Achseln von solchen Blattorganen. Bei einem Halbgrase, dem eßbaren Cyperngrase (Cyperus esculentus) oder Erdmandelgrase, bilden sich, ähnlich wie mitunter bei den Schafthalmen, die Stocksprossen oft nicht in die Länge aus, sondern schwellen knollig an. Diese Knollen, fälschlich wohl als Wurzelknollen bezeichnet, sind die sogenannten Erdmandeln, welche ganz wie die ebenso entstandenen Knollen der Kartoffelpflanze, ein treffliches Nahrungsmittel liefern und in einigen Gegenden Deutschlands und in Südeuropa sorgfältig angebaut werden. Nach dem, was vorhin vom Rhizome

und den Stocksprossen gesagt ist, kann es nicht befremden, daß man vermittelst solcher Knollen die Fortpflanzung des Gewächses bewerkstelligen kann und beim Anbau ganz allgemein wirklich bewerkstelligt. Man wird auch leicht einsehen, daß hier nicht von Samen die Rede ist, sondern von einer Art von Setzlingen; es sind Zweige, welche durch Adventivwurzeln sich als selbstständige Axen entwickeln.

Der Halm ist an seinem unteren Theile, besonders so weit derselbe von der Erde umgeben bleibt, ebenfalls mit schuppenartigen Phyllodien bedeckt; weiter hinauf folgen längere, halb scheidenartige, dann solche, welche den Halm auf eine lange Strecke ganz scheidenartig von beiden Seiten mit übereinander gerollten Saumtheilen umhüllen, und endlich solche, welche auf der Spitze dieses Scheidentheiles noch ein langes, bandförmiges, eigentliches Blatt tragen. Uebrigens treten alle diese Blätter früher hervor als die Halmaxe. Letztere bleibt lange Zeit äußerst kurz, während die Blätter und Blattscheiden sich an ihrem Gipfel entwickeln und lang hervorschieben, ja theilweise sogar schon ihre völlige Ausbildung erreichen. Es ist dieser Umstand von großer Wichtigkeit, indem durch denselben allein die Benutzung der zuerst gebildeten Blätter ohne Schaden für den Halm möglich wird. So liegt tief unten, in den röhrenförmig in einander steckenden Blattscheiden verborgen, der sprossende Halmgipfel unserer Wintergetreide durch die kalte Jahreszeit hindurch unter dem Schutze der Blätter, welche wie das Gras einer Wiese den Acker bekleiden. Man läßt einen solchen Acker nicht selten vom Vieh abweiden, und der Halm leidet nicht darunter. Die Wiesengräser aber werden, nachdem ihre ersten Blätter die volle Entwicklung erreicht haben, sogar abgemäht und erzeugen dann noch neue Blätter und Halme, so daß sie nach Kurzem eine zweite Heuernte liefern, das sogenannte Grummet. — Anfangs sind die Blattscheiden außerordentlich eng und zart, allein während sich ihre Zellen in der Längenrichtung vermehren, geht auch fortwährend eine Vermehrung in der Richtung des Stengelumfanges vor sich, so daß später nicht allein der aufsprossende Halm, wenn dieser anfängt, sich zu verlängern und dabei in die Dicke auszudehnen, durch die Röhre der ihn umhüllenden Scheiden hindurchzudringen im Stande ist, sondern die Säume der Blattscheiden greifen von beiden Seiten ihn umfassend noch so weit über einander, daß sie fast zweifach um ihn gerollt erscheinen.

Nachdem alle Blätter mehr oder weniger ausgebildet sind, beginnt endlich die Halmaxe sich zu verlängern und es geschieht dieses mit außerordentlicher Schnelligkeit. Wie bei den Schafthalmen (Seite 689) sind es aber keineswegs die einzelnen, zwischen den so sehr genäherten Ansatzpunkten der einzelnen Blätter, den sogenannten Knotenpunkten, befindlichen äußerst kurzen Axenglieder oder Internodien, welche sich verlängern, sondern diese bleiben immer äußerst kurz. Vielmehr sind es die Knoten selbst, welche sich zu einer langen Hohlröhre ausdehnen. Die zuvor ganz nahe über einander befindlichen Ursprungspunkte der Blattscheiden werden nämlich mehr und mehr auseinander gerückt, indem die Zellen von jedem dieser Punkte abwärts sich durch rasche Theilung, sowohl in der Richtung des Umfangs, besonders aber in der Richtung der Axe selbst vermehren. Aber an dieser Vermehrung nehmen die Zellen des Halmes so gut wie gar nicht Theil, während die des Umfanges, welche dem angewachsenen Blattscheidengrunde angehören, sehr lange in derselben fortfahren. So muß jedes Stück des Halmes, welches von dem

Ursprungspunkte eines Blattes bis zu dem eines folgenden Blattes sich bildet, eine hohle Röhre darstellen. Nur jedesmal an dem Ursprungspunkte eines Blattes befindet sich somit ein Theil des Zellgewebes, welches der eigentlichen Halmaxe angehörte und welches nun, von der nächst unteren, wie von der nächst oberen benachbarten Partie durch die starke Längenausdehnung des mit der Peripherie der Halmaxe verwachsenen Blattscheidengrundes weit getrennt, nur noch wie eine Scheidewand in der Halmröhre erscheint. Das Resultat dieses höchst eigenthümlichen Wachsthumes ist eben wie bei den Schafthalmen die völlige Hohlheit des Halmes und das Vorhandensein von Scheidewänden innerhalb desselben, deren jede einem ursprünglichen Zwischenraume zwischen je zwei Blattursprungspunkten, somit also einem Internodium, nicht aber einem Knotenpunkte entspricht. Ueber jedem solchen Punkte zeigt der Halm eine Anschwellung — den im gewöhnlichen Sprachgebrauche sogenannten Knoten, welcher im botanischen Sinne nur der unterste Theil des eigentlichen, hier zu einem langen Hohlraume auseinander gezogenen Knotens ist — unmittelbar an demselben aber eine geringe Einschnürung, welche eine Folge des Umstandes ist, daß die Zellen der hier angewachsenen, nächst tieferen Blattscheide an diesem Punkte früher die Fähigkeit verlieren, sich in der Richtung des Umfanges zu vermehren, als die untersten und letztgebildeten Zellen der nächst oberen Blattscheide, denn diese verliert, als Blattorgan, an ihrem untersten Ende, also unmittelbar über der nächst unteren Scheidewand, am spätesten die Fähigkeit der Zellenvermehrung vollends. Nicht bei allen Gramineen sind die Knoten stark ausgebildet, vielmehr gibt das bekannte Schilfrohr an den Ufern der Teiche und Wassergräben ein Beispiel fast gar nicht angeschwollener Knoten, und bei den als Spazierstöcke so häufigen hohlen Bambusrohrhalmen findet man sie ebenso wenig. Daß die Peripherie der hohlen Halmglieder den Blattstielen zuzurechnen sei, beweisen eben diese letzteren Grasgewächse deutlich, indem nach Wegnahme der Blattscheiden unterhalb jeder aus einem Internodium bestehenden Scheidewand ein vorragender Narbenrand zurückbleibt und jedes nächst untere Hohlglied um die Dicke desselben, welche zugleich der Dicke der Blattscheide entspricht, gegen das nächst obere Hohlglied abgesetzt erscheint.

Da die obersten Hohlglieder der Halme sehr viel länger werden, als die untern, so sind erstere auch vorzugsweise röhrig. Je weiter abwärts, desto näher folgen sich die Scheidewände, und am untersten Theile, welcher im Boden verborgen blieb, ist auch der Umfang der Hohlglieder meistens geringer, als zunächst über dem Boden. Ja ganz unten, wo oft die Internodien gar nicht auseinander gerückt sind, ist in solchem Falle auch von einer Höhlung nichts zu bemerken. Ebenso ist es bei den Rhizomaxen selber, welche fast nie eine Spur von Höhlung zeigen und auch meistens keine deutliche Knoten besitzen. Die jungen Triebe des Rhizoms des größten aller Grasgewächse, des Bambusrohres, werden häufig als Spazierstöcke benutzt. Dieselben haben deutliche Knoten und abwechselnd an der einen und der andern Seite eine Längsfurche, welche die Lage der in der Achsel der Phyllodien entsprungenen und anfänglich an die Axe eng angeschmiegten Halmsprosse bezeichnet, deren Narben man an solchen Stöcken deutlich bemerkt. Unter den eigentlichen Gräsern oder Gramineen gibt es nur wenige Gattungen, deren Halm nicht wirklich hohl, sondern nur von lockerem, mitunter stellenweise zerrissenem

Zellgewebe gefüllt ist. Dahin gehört bei uns der Mais, und ein anderes ausgezeichnetes Beispiel bietet das Zuckerrohr dar (Fig. 276). Besonders diese letztere Pflanze zeichnet sich, ganz in Uebereinstimmung mit einer solchen abweichenden Beschaffenheit ihres Halmes, durch sehr kurze Abstände der Knotenpunkte aus, indem ihre Blätter fast büschelig nahe über einander entspringen. Bei allen Halbgräsern ist die Entwicklung des Halmes nicht mit der Bildung von Höhlungen verbunden. Vielmehr bildet sich hier der Halm mit den Blättern mehr gleichzeitig aus; auch bilden sich meistens gar keine oder doch nur geringe Anschwellungen über den Punkten, an welchen die Blätter mit der Halmachse verwachsen sind. Ein auffallender Unterschied zwischen den Halbgräsern und den Gräsern verräth sich dadurch, daß bei ersteren der Halm meistens vollkommen dreiseitig und scharf dreikantig erscheint, während derselbe bei den letzteren stets rund ist.

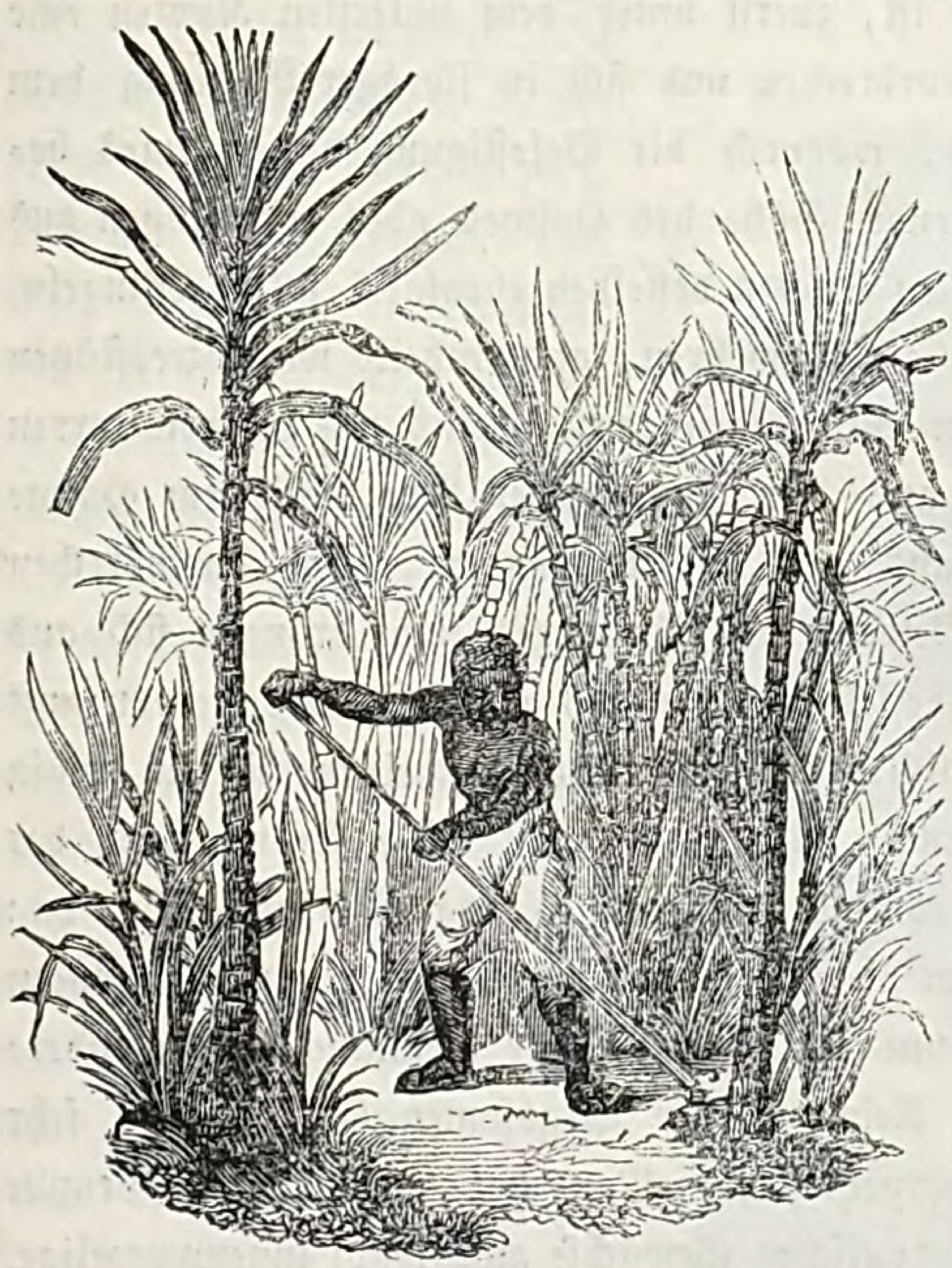


Fig. 276. Das Zuckerrohr (Saccharum officinarum).

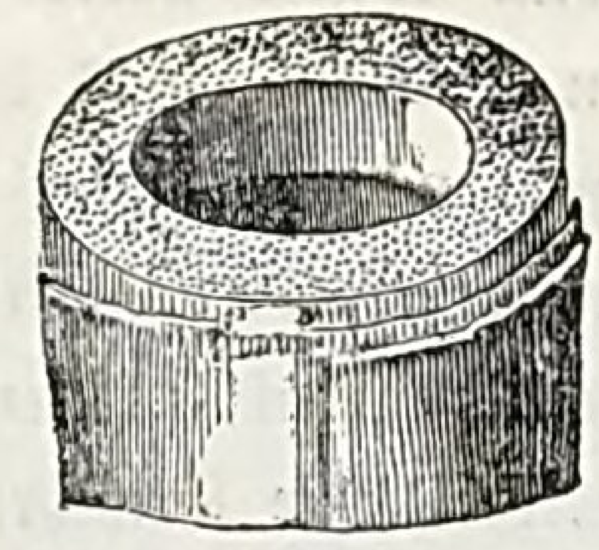


Fig. 277. Ein Stück eines Halmes vom gemeinen Schilfrohre (Arundo phragmites), nahe über und unter einer Scheidewand abgeschnitten. *

* n Aeußerlich sieht man die ringförmige Narbe des abgenommenen Blattes, welchem innerlich die Scheidewand entspricht; auf dem Abschnitte des Halmes sieht man die Holzbündel durch Punkte angedeutet.

Die Axenorgane aller Grasgewächse zeigen eine auffallende Zunahme der Gefäß- und Prosenchymbündel gegen den Umfang. Selbst bei den Halbgräsern ist das Innere der Axe, sowohl des Rhizoms, als auch der Halme, fast nur aus Parenchymgewebe gebildet, welches ein vollkommenes Mark darstellt und mit dem Gewebe der Binsen in Lockerheit vergleichbar ist. Nur einzelne Faserbündel finden sich in diesem Theile zerstreut, während solche in der Nähe des Umfanges sehr eng zusammenstehen. Beim Zuckerrohre und Mais ist es ähnlich. Bei den hohlen Grashalmen aber sind alle Bündel im Umfange zusammengedrängt und bilden eine, wenn auch bei vielen sehr zarte, so doch immerhin sich holzig ausbildende Röhre (Fig. 277). Der Halm der Gräser, besonders mancher cultivirter Gattungen, welcher getrocknet Strohhalm genannt wird, besitzt, zumal wenn er in grünem Zustande geschnitten wurde, eine große Zähigkeit und Festigkeit, und kann daher nicht nur roh zu mancherlei Geflechten, sondern selbst zerspalten und gesponnen (gedrähtelt) zu den schönsten und feinsten Kunstarbeiten und Luxusgegenständen verarbeitet werden. Die unterirdischen Rhizome sind völlig holzartig; aber auch die Halme der größeren Gräser, besonders die der Schilfrohre und Bambusen, können wegen des engen Zusammenschlusses ihrer Holzbündel und der Festigkeit, welche die Wandungen

derselben bei ihrer beträchtlichen Dicke erreichen, mit Recht als Holz betrachtet werden. Auch leisten die letztgenannten baumartigen Grashalme in den wärmeren Gegenden der Erde, in welchen allein sie vorkommen, als Holz die mannigfaltigsten Dienste zur Anfertigung von Geräthen und Werkzeugen nicht allein, sondern auch zum Häuser- und Schiffsbau. Die Holzbündel jedes Hohlgliedes schließen sich nicht unmittelbar an die des folgenden Hohlgliedes, sondern treten, in der Gegend der Scheidewand sich theilend, jedes mit zweien unteren oder oberen in Verbindung, so daß hier gleichsam eine Verdoppelung derselben stattfindet.

Auch der Halm der Gräser ist nicht selten mit Adventivwurzeln versehen. Solche entspringen aus den Internodien, theils so weit der Halm sich im Boden befindet, theils auch noch über dem Boden. So sieht man bei der Maispflanze, besonders bei der großen, in Texas cultivirten Art, sobald der Halm einige Fuß hoch und dem Winde stärker ausgesetzt ist, zuerst unter dem untersten Knoten eine Anzahl von Wurzeln rings herum hervorbrechen und sich in schräger Richtung dem Boden nähern und in diesen eindringen, wodurch die Befestigung des Halmes beträchtlich vermehrt wird. Mit zunehmender Höhe des Halmes aber entspringen aus dem folgenden zweiten, dritten und vierten Knoten desselben ebenfalls solche Wurzeln, welche einestheils die Ernährung bedeutend vermehren, anderntheils wie Strebstützen denselben aufrecht halten. Die Wurzeln entspringen ganz ähnlich wie bei den Farren (Seite 681) aus dem Innern der Axe, bei dem Halme insbesondere aus den Scheidewänden. Sie durchbrechen sodann das Gewebe des Umfanges und drängen sich aus einer Spalte desselben, wie aus einer Scheide hervor; oft ziehen sie wirklich das äußere Gewebe scheidenartig ein wenig mit sich heraus. Uebrigens steht diese Entwicklung der Wurzeln keineswegs bei den Grasgewächsen allein da; vielmehr kommt dieselbe allen sämmtlichen Monocotyledoneen gemeinsam zu und ist schon bei der Keimung, insbesondere auch bei der Keimung der Grassamen (Fig. 278), sehr allgemein wahrnehmbar. Man hat aus diesem Grunde die monocotyledonischen Gewächse auch wohl innenwurzelige, endorhize, oder scheidenwurzelige, koleorhize Gewächse genannt.

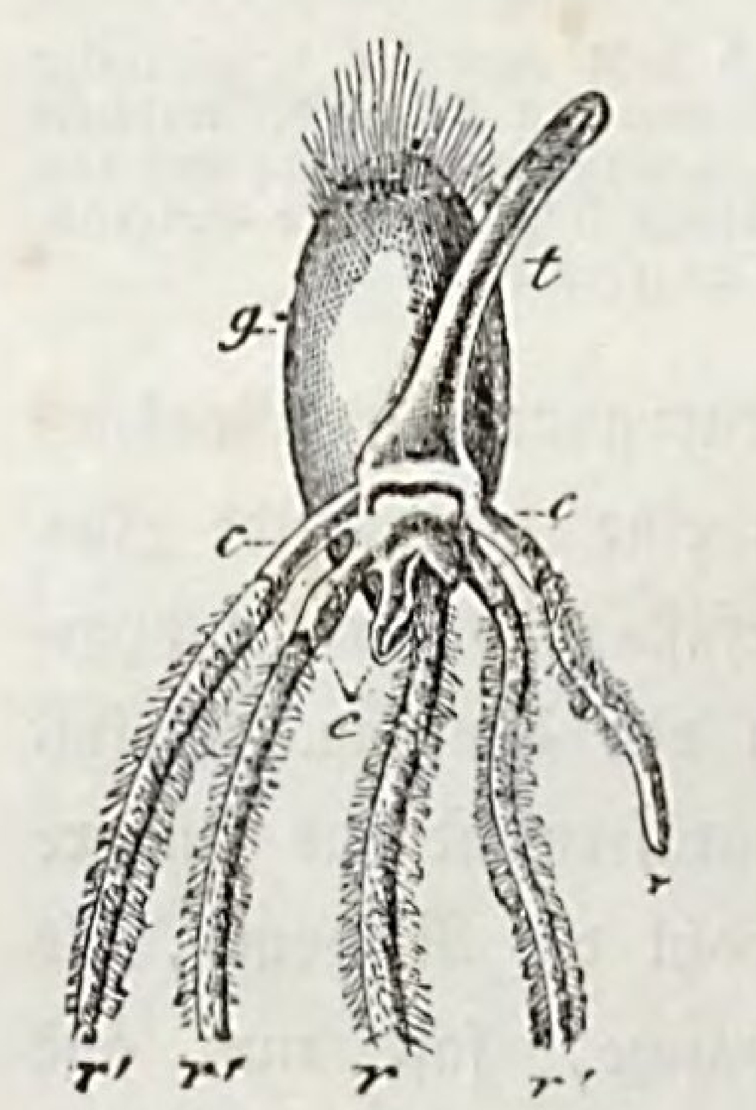


Fig 278. Ein keimender Grassamen. *

* Das Weizenkorn vergrößert; man erblickt fünf Wurzeln rr' welche bei c deutlich das von ihnen durchbrochene und scheidenartig sie umgebende Gewebe zeigen.

Der Halm der Gräser entwickelt sich, nachdem die Blätter einen gewissen Grad der Ausbildung erlangt haben, mit außerordentlicher Raschheit. Man ist verwundert, in den wenigen Wochen des Frühlings diesen Theil unserer Getreide zu einer so beträchtlichen Höhe emporsteigen zu sehen, nachdem man ihn kaum bemerken konnte. Es bietet allerdings diese rasche Verlängerung eines der merkwürdigsten Beispiele von der Schnelligkeit der Zellenvermehrung der Pflanzen. Man muß erwägen, daß die Größe der Zellen sich etwa zwischen dem Maße von $1/600$ bis $1/1000$ einer Linie zu halten pflegt (obgleich auch solche von nur $1/5000$ Linie vorkommen), um schätzen zu können, welch eine Zahl derselben dazu gehöre, einen Halm von $1\frac{1}{2}$ bis 3 Linien im Umfange und $1/8$ bis $1/4$ Linie Dicke der Wandung seiner Hohlglieder vom Boden bis zu Manneshöhe zu verlängern. Und doch ist dieses Beispiel gering

gegen das Wachsthum der Bambusen unter dem Einflusse der höheren Temperatur tropischer Gegenden. Selbst in unseren Treibhäusern sieht man diese mächtigen Grashalme sich mitunter binnen 24 Stunden um dreimal so viele Linien verlängern.

Aus den Internodien der Grashalme, so weit diese im Boden, zumal im feuchten Schlamme, oder im Wasser befindlich sind, entspringen nicht selten andere Halme, was um so weniger überraschend sein kann, als die Halme der Rhizomare, abgesehen von der durch die besonderen Verhältnisse beider bedingten Eigenthümlichkeiten, so sehr ähnlich sind und, in die Verhältnisse derselben versetzt, sogar ganz die Stelle von solchen vertreten können. Dagegen an dem über die Erde hervorragenden Theile trägt der Halm nie andere Zweige, als nur solche, welche zum Blüthenstande gehören. Das **Bambusrohr** (Fig. 279) macht hievon eine bemerkenswerthe Ausnahme, indem dasselbe an allen Internodien Zweige hervortreibt, welche büschelig den Haupthalm umgeben. Da dieses Gras außerdem in der Nähe des ersten Halmes fortwährend neue Halme aus dem Rhizome erzeugt, so bildet sich Büschel an Büschel, und da diese Halme zwanzig, ja selbst fünfzig bis sechzig Fuß hoch und oft über einen halben Fuß dick werden, so entstehen ganze Wälder dieses Riesengrases, welche in Indien „**Junglen**" genannt werden. Das **Zuckerrohr** verzweigt sich zwar gewöhnlich über der Erde nicht; dagegen hat es den Vorzug, selbst aus den obersten Theilen seines stammartigen Halmes Adventivwurzeln erzeugen zu können, und es kann dasselbe daher leicht durch abgeschnittene Gipfel, welche man in den Boden setzt, vervielfältigt werden, ein Verfahren, welches in den westindischen Zuckerpflanzungen sehr allgemein angewandt wird. Unter solchen Verhältnissen treibt dann der Halmgipfel im Boden auch Zweige, und zwar solche, welche unter dem Boden bleiben, Rhizome darstellen und dann zahlreiche neue Halme entstehen lassen. Theils sorgt man daher durch dieses Mittel für neue Besetzung solcher Plätze, an welchen die Pflanzen durch Zufall abgestorben waren, oder nicht mehr kräftige Halme treiben wollten, theils bepflanzt man auf diese Weise neue Ländereien.



Fig. 279. Das Bambusrohr (Bambusa arundinacea).

Die Blätter der Gräser sind meistens bandförmig, allmählig zur Spitze verschmälert, mitunter auch borstenförmig schmal; der scheidenartige Blattstieltheil zeigt sich, wenn man ihn vom Halme abrollt, oft länglich lanzettförmig, indem er oberhalb seiner Befestigung am Halme sich mehr und mehr verbreitert und dann gegen

den Anfang des eigentlichen Blatttheiles sich wieder verschmälert. Beim Mais und einigen andern Gräsern sind auch die Blätter selbst länglich lanzettförmig. Sie stehen vom Halme stets in einem Winkel ab, mitunter so sehr, daß sie rücklings herabhangen, wobei einige aussehen, als ob sie vom Halme abgeknickt seien. Die Blattscheide dagegen ist dem Halme so innig angeschlossen, daß man sie nur mit Mühe von demselben trennt; ja, wenn die Hohlglieder desselben nicht so lang sind, als die Blattscheiden, so stecken mehrere von diesen theilweise tief in einander und man hat mehrere solche abzurollen, bevor man auf den eigentlichen Halm kommt. Da, wo der eigentliche Blatttheil beginnt, setzt sich eine dünne Zellgewebeschicht der inneren Fläche der Blattscheide als ein zartes Häutchen noch ein wenig in gerader Richtung am Halme fort. Dasselbe führt den Namen Züngelchen oder Blatthäutchen, und es ist mitunter zweitheilig (Fig. 280), so daß es zwei kleine Nebenblättchen an der scheinbaren Ursprungsstelle des eigentlichen Blattes darstellt. Die Blätter der Halbgräser (Fig. 281) weichen mannigfach von denen der Gräser in der Form ab; ihre Scheiden sind nicht offen, sondern rings um den Halm zusammengeschlossen; das Blatthäutchen fehlt oft und der eigentliche Blatttheil ist scharf gekielt rinnenartig zusammengebogen und theilweise auch noch halb scheidenartig dem Halme angeschmiegt. — Die Blätter der Gräser sind ausgezeichnete Beispiele paralleladeriger Blätter. Eine große Zahl linienförmiger Gefäßbündel durchziehen dieselben oft mit dem vollkommensten Parallelismus. Wo ein Blatt oder eine Blattscheide breiter wird, da sieht man die Zwischenräume des Parenchyms zwischen den Adern um ein Weniges deutlicher werden. Bei manchen Blättern laufen die Adern in der Scheide bogenförmig, dem Saume parallel, nähern sich gegen den Punkt, wo das eigentliche Blatt beginnt, einander so sehr, daß sie an diesem, oft sehr beträchtlich verschmälerten Punkte, sämmtlich neben einander in das Blatt eintreten, in welchem sie sich dann meistens wieder ein wenig mehr trennen. Die Adern ragen als scharfe zarte Reifen auf beiden Seiten der Blattfläche hervor; nur auf der inneren Seite der Scheide sind sie von der lockeren und farblosen Parenchymschicht ganz verdeckt, deren oberste Fortsetzung das Blatthäutchen ist.

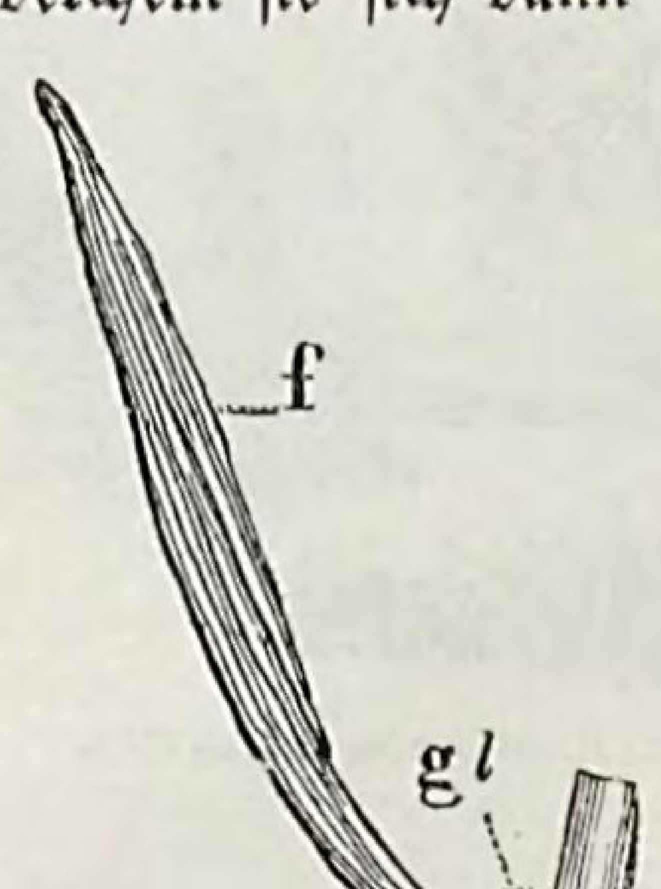


Fig. 280. Ein Abschnitt eines Halmes des schilfrohrähnlichen Glanzgrases (Phalaris arundinacea) mit einem Blatte; 1/4 d. nat. Gr. *

* f Der freie, eigentliche Blatttheil; gv der den Halm umfassende Scheidentheil; gl das Blatthäutchen.

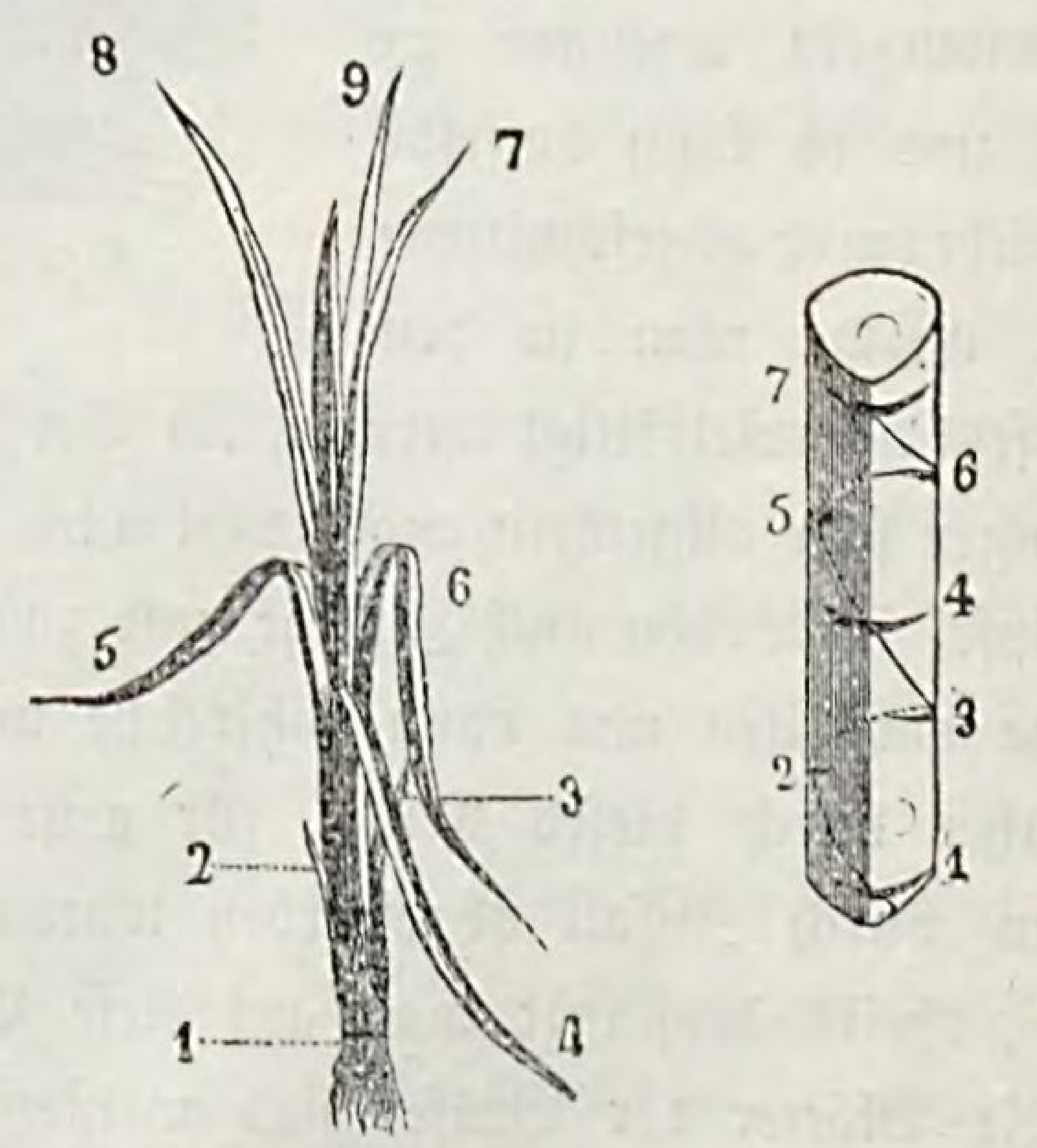


Fig. 281. Ein junges Halmpflänzchen des eßbaren Cyperngrases (Cyperus esculentus) mit dreizeilig gestellten Blättern. Die Blätter sind numerirt. Daneben ein Stück eines Halmes in natürlicher Größe mit numerirten Blattabschnitten.

Auf den Adern stehen obendrein meistens Härchen, welche sehr häufig als äußerst kleine Stachelchen mehr dem Gefühle, als den Augen wahrnehmbar sind und die Rauhigkeit der Grasblätter verursachen, ja manchmal eine feilenartige Schärfe verrathen, wenn man versucht, mit dem Finger auf einem Blatte von der Spitze gegen den Halm zu fahren. Die untere Blattfläche ist mit zahlreicheren Spaltöffnungen der Oberhaut versehen, als die obere, doch sind sie auch hier nicht sehr zahlreich; auf den Blättern des Mais befinden sich nur etwa 4000 derselben. Sie sind immer, wie dieses bei allen hüllsamigen Pflanzen der Fall ist, ganz wie bei den Farren, von zwei kleineren schmalen, halbmondförmig gekrümmten Zellen, wie von zweien Lippen begrenzt. Es ist begreiflich, daß diese Lippen, wenn sie durch reichlichere Feuchtigkeit anschwellen und strotzen, eine stärkere Wölbung gegen einander erfahren und folglich einen weiteren Spaltraum zwischen sich lassen, als wenn sie in Folge von Feuchtigkeitsmangel saftlos und schlaff zusammensinken. Demnach wird durch diesen einfachen Mechanismus der Feuchtigkeitszustand des Innern der Blätter selbst regulirt, indem im ersteren Falle der Ueberfluß an Feuchtigkeit leicht der Luft mitgetheilt werden kann, während in letzterem Falle die Verdunstung fast ganz aufgehoben sein muß.

Die Halbgräser und Gräser unterscheiden sich auch durch die Stellung ziemlich auffallend, in welcher die Blätter am Halme gefunden werden. Bei den ersteren weicht jedes Blatt von dem nächst unteren immer ziemlich genau um den dritten Theil des Umfanges des Halmes in der Richtung ab; jedesmal das vierte Blatt befindet sich daher genau über dem ersten (Fig. 281). Es ist dies eines der einfachsten Blattstellungsverhältnisse, welche bei Pflanzen vorkommen. Man kann dieselbe, indem man den Divergenzwinkel zweier auf einander folgender Blätter ausdrückt, mit $1/3$, als Eindrittelstellung, oder, indem man die Anordnung der Blätter am Halme im Ganzen betrachtet, als dreizeilige Stellung bezeichnen. Dieselbe drückt sich bei den Halbgräsern um so auffallender aus, als der Halm derselben dreikantig ist und an diese Form die rinnenartig an die Kanten sich anschmiegenden Blätter sich innig anschließen. Bei den Gräsern weicht der Divergenzwinkel der Blätter so beträchtlich von $1/3$ des Halmumfanges ab, daß man glauben sollte, es stände jedes Blatt dem vorhergehenden gerade gegenüber, also um $1/2$ des Halmumfanges abweichend, allein wenn man eine größere Zahl von Blättern genau vergleicht so findet man den Divergenzwinkel doch etwas kleiner, so daß eigentlich nie das dritte Blatt, wie es bei der Einzweitelstellung sein müßte, ganz genau über dem ersten steht. Sehr auffallend zeigt sich diese Abweichung in den Blüthen. Auch schon bei der ersten Entwicklung der Blätter macht sich der Unterschied ihrer Anordnung bei den Halbgräsern und Gräsern geltend. In den ganz jungen Halmsprossen, in welchen bei den Gräsern die Halmaxe noch ganz tief unten verborgen liegt, während sie bei den Halbgräsern sich schon allmählig verlängert, zeigen letztere schon die Regel ihrer Anordnung vollkommen deutlich auf einem Querdurchschnitte des Sprosses durch die Art, wie dieselben um die Halmaxe zusammengelegt sind und zugleich einander decken. Jedes Blatt deckt mit seinen zwei Seitenhälften die eine Seitenhälfte von zwei jüngeren, daher von ihm halb umfaßten Blättern, und da dasjenige, welches von ihm mit der linken Seitenhälfte gedeckt wird, tiefer am Halme entsprungen ist, als das mit der rechten Seitenhälfte gedeckte, so deckt die linke Seitenhälfte des zweiten wieder die rechte Seitenhälfte des dritten. Und ebenso zeigen die

Gräser in diesem frühen Zustande schon ihre eigenthümliche Blätterordnung, sowie auch die eigenthümliche Umrollung der Blattscheide und der noch in den Scheiden der älteren Blätter verborgenen eigentlichen Blatttheile. Diese Einrollung ist immer eine solche, welche man linksgerollt nennt, indem der linke Saum des Blattes in der gerollten Lage der äußere auf den rechten und inneren übergreifende ist. Es zeigt sich diese Einrollung sehr häufig noch an den Grasblättern, wenn dieselben schon ganz ausgebildet sind, in einer übrig gebliebenen Drehung oder schiefen Krümmung.

Der Halm der Gräser ist allemal an seinem oberen Theile vielfach verästelt, und die Aestchen zweiter, dritter, vierter oder fünfter Ordnung tragen die Blüthen. Jedoch nimmt ein solcher Blüthenstand eine sehr verschiedene Form an. Im Allgemeinen findet man die einzelnen Blüthen mit sehr kurzen Stielchen zweizeilig an eine Axe gefügt, welche letztere durch die eng angedrängte Lage der Blüthen hin und her gebogen erscheint. Eine solche Blüthengruppe bildet ein Aehrchen. Nun sind aber solcher Aehrchen meistens wieder sehr viele zweizeilig oder dreizeilig, oder mehrzeilig um eine gemeinsame Hauptaxe gestellt und eng an dieselbe angedrängt, und bilden auf den ersten Anblick wieder ein gemeinsames Ganzes, die Aehre (Fig. 282). Das Ansehen einer solchen Aehre ist sehr verschieden, je nachdem die Aehrchen mit ihrer schmalen oder mit ihrer breiten Seite gegen die Axe der Aehre, die sogenannte Spindel, gestellt sind; in ersterem Falle hat sie eine breite, platte Form. Die Aehrchen sind bisweilen nicht gar kurzstielig, und man nennt eine aus solchen bestehende Aehre dann locker. In manchen Fällen stehen auch wohl die Aehrchen auf mehr oder weniger langen Stielen, an anderen mehr oder weniger langstieligen Hauptaxen, und bilden dann das, was man eine Rispe nennt und insbesondere Aehrchenrispe nennen kann (Fig. 283). Oft sind in einer Rispe die Aehrchen unter sich zu Aehren vereinigt, diese letzteren aber langgestielt und rispig angeordnet. Dieser Blüthenstand kann eine Aehrenrispe genannt werden. Ganz das Gegentheil finden wir beim Reiß (Fig. 284), indem hier jede einzelne Blüthe gestielt ist, und alle diese Blüthchen auf den kürzeren oder längeren Aesten



Fig. 282. Aehre und Pflanze der zweizeiligen Gerste (Hordeum distichon).

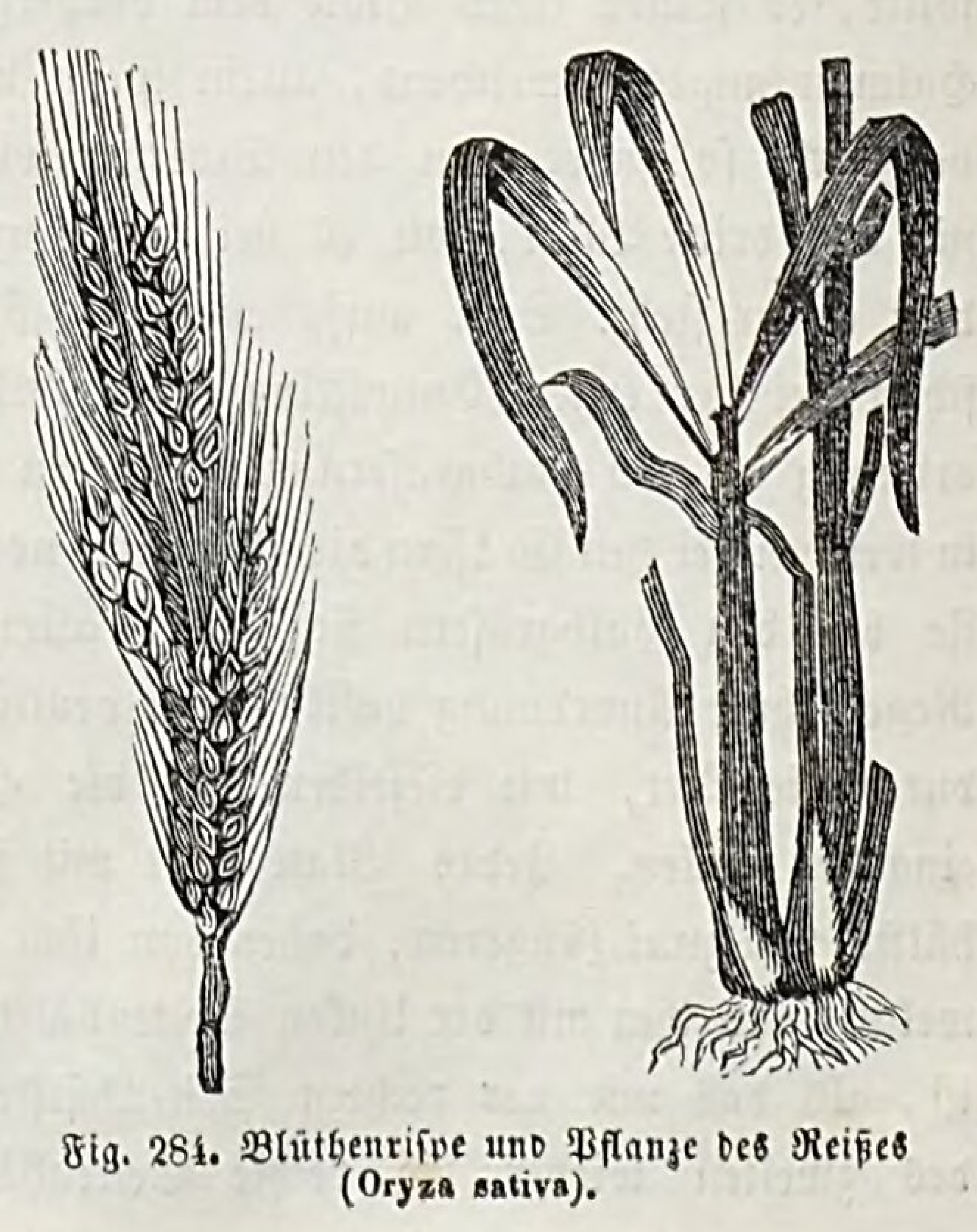


Fig. 284. Blüthenrispe und Pflanze des Reißes (Oryza sativa).

einer Axe vereinigt eine Rispe bilden, welche man Blüthenrispe nennen könnte, welche aber durch die Kürze der Stielchen einer Aehre ziemlich ähnlich sieht. In wieder anderen Fällen stehen mehrere Aehren, wie die Blüthen in einer Dolde, auf ziemlich gleicher Höhe und bilden dann eine sogenannte Aehrendolde. Oder mehrere Aehren bilden vereinigt einen gemeinsamen Aehrenbüschel. Der ganze Blüthenstand, dessen Axen, wenn sie verlängert sind, Höhlungen besitzen, wie der Halm, dagegen, wenn sie nicht verlängert sind, mit lockerem Zellgewebe erfüllt erscheinen, befindet sich gewöhnlich über dem letzten ausgebildeten Blatte, und

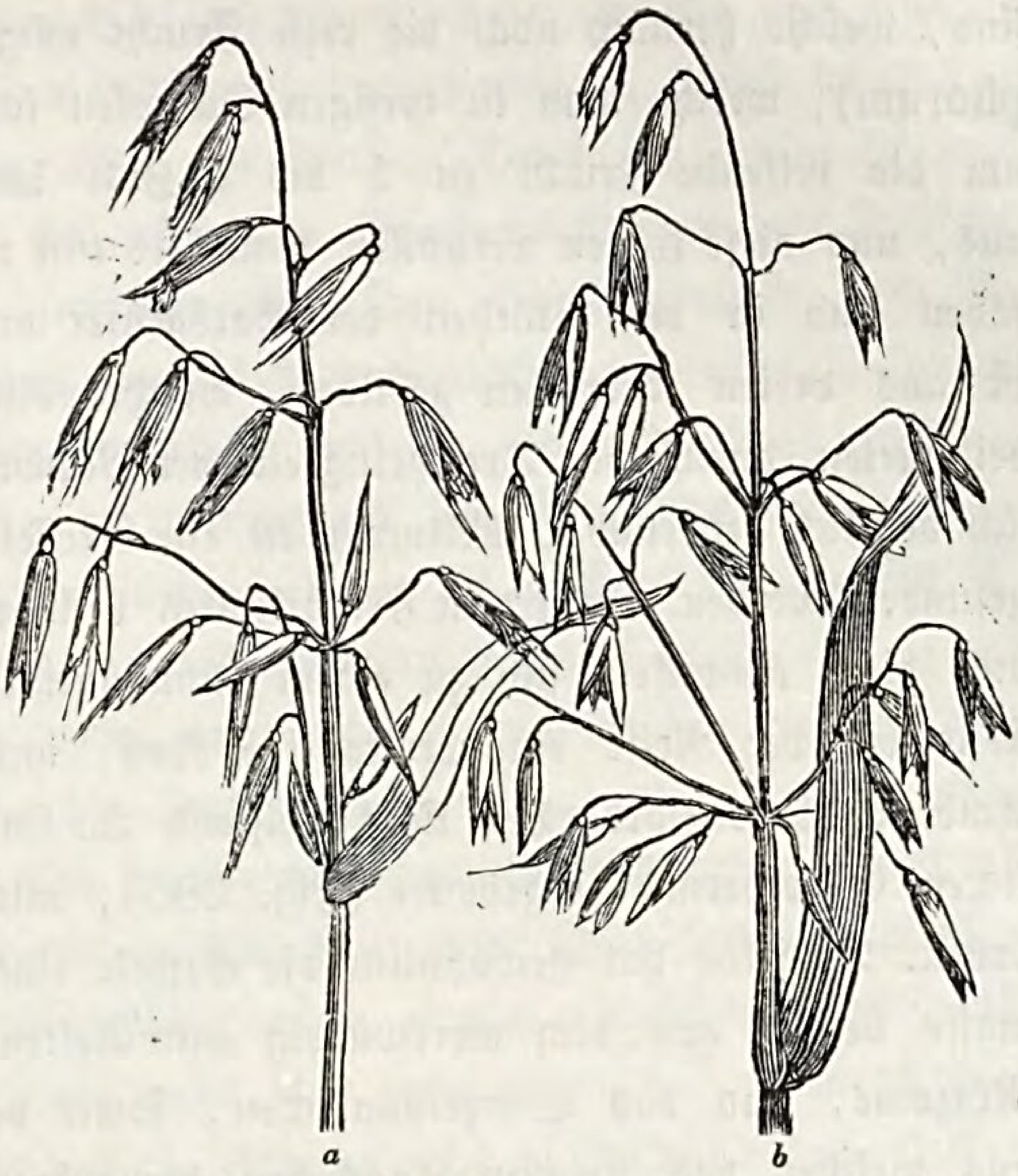


Fig. 283. Rispenförmiger Blüthenstand des gemeinen Hafers (Avena sativa). *

* a Der Barthafer; b der nackte Hafer.

derselbe wird in diesem Falle von diesem letzten Blatte eine Zeit lang wie von einer Scheide umhüllt, verläßt dieselbe jedoch frühzeitig, indem der Halm sich stark verlängert. Beim Mais sehen wir dagegen schon ziemlich weit unten am Halme in den Blattachseln Zweige entspringen, welche mit stiellosen Blüthen, in zahlreichen Spiralreihen gedrängt besetzte Verdickungen, die sogenannten Blüthenkolben tragen; hier sind diese Kolben von vielen Deckblättern gleichsam umwickelt, während auf dem Gipfel des Halmes selbst eine große Rispe frei emporgetragen erscheint. Die einzelnen Rispenzweige, Aehren und Aehrchen, entspringen am Halme und dessen Verzweigungen, ohne daß ein Deckblatt sich zeige, in dessen Achsel sie ständen. Dagegen die einzelnen Aehrchen tragen wieder Blattorgane, welche jedoch sehr klein und einfach sind. Dieselben haben im Allgemeinen eine eiförmige oder lanzettliche Gestalt, und sind dabei scharf kielartig von beiden Seiten zusammengebogen; man findet keine Aehnlichkeit dieser sogenannten Spelzen mit den am Halme stehenden Blättern; es sind nur Phyllodien, welche anfänglich scheidenartig an die Axe gelegt sind, später aber sich abstehend in einem Winkel von derselben entfernen. Jedes Aehrchen trägt in der Regel, zunächst am Grunde, zwei solche Spelzen, von welchen, falls das Aehrchen mit seiner schmalen Seite gegen die Axe gestellt ist, die auswärts entspringende die untere ist; doch befindet sich die andere so wenig höher, daß man oft nur mit Mühe einen Unterschied bemerkt. Bei den Halbgräsern ist meistens nur eine einzige schuppenartige Spelze unter jeder Blüthe vorhanden, und sie heißt hier wohl schlechthin das Deckblättchen. Die Blüthe selbst besteht bei dieser Familie aus einem kleinen Kreise von Borsten oder Fäden, welche die Stelle der Blumenblätter vertreten, und welche die Staubfäden und Fruchtknoten umschließen. Manchmal fehlen auch jene borstenförmigen Blumenblätter ganz, dagegen kommt es auch vor, daß dieselben zu einer gemeinsamen, aber an ihrem Rande in die einzelnen Borstenspitzen auslaufenden, glockenförmigen Hülle vereinigt

sind, welche hernach noch die reife Frucht umgibt. Bei den **Wollgräsern** (Eriophorum), welche man in torfigen Sümpfen so häufig antrifft, wachsen die Borsten um die reifende Frucht zu 1 bis 2 Zoll langen **baumwollähnlichen** Fäden aus, und diese Fäden verhüllen dann als eine weiße Flocke die ganze Aehre. Staubfäden sind in den Blüthen der Halbgräser drei vorhanden, und der Fruchtknoten ist aus dreien Karpellen gebildet, welche völlig vereinigt sind, deren Zahl jedoch bei vielen durch die Dreitheiligkeit der Narbe auf dem scheinbar einfachen Griffel sich deutlich beurkundet. Mitunter ist ein Griffel verkümmert, so daß nur zwei solche gefunden werden. In jedem Fruchtknoten befindet sich nur eine einzige Samenknospe, und diese entwickelt sich zu einem dünnhäutigen Samen. Der ganze Fruchtknoten stellt bei der Reife eine dreikantige Nuß, mit braunglänzender Schale dar. Der Embryo dieser Halbgräser liegt meistens am Grunde eines verhältnißmäßig beträchtlichen Endosperms eingebettet (Fig. 285), mitunter an dasselbe nur innig angedrückt. Derselbe hat gewöhnlich die Gestalt eines sehr kleinen Kreisels; seine Hauptmasse besteht aus dem merkwürdig entwickelten Axenorgane, der Anlage zu einem Rhizome, und das Wurzelpünktchen, sowie der Cotyledon und die kleine Spalte, aus welcher das Keimungsknöspchen hervorbrechen soll, alle diese Theile sind nur in äußerster Kleinheit an der Seite dieses Axenorganes ausgebildet (Fig. 286). Das aus der Keimungsknospe entspringende Axenorgan ist demnach eigentlich ein Zweigsproß der Embryonalaxe.

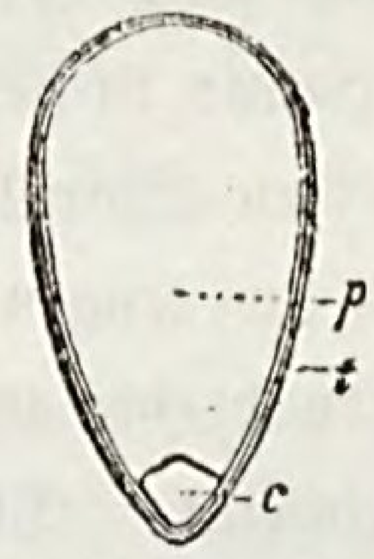


Fig. 285. Senkrecht geschnittener Same eines **Riedgrases** (**Carex depauperata**), 10fach vergrößert.*

* *t* Samendecken; *p* Endosperm; *c* der Embryo.



Fig. 286. Der Embryo des nämlichen Riedgrases, 100fach vergrößert.*

* *a* Axenorgan; *r* Wurzelpünktchen; *c* Cotyledon; *f* Keimungsspalte.

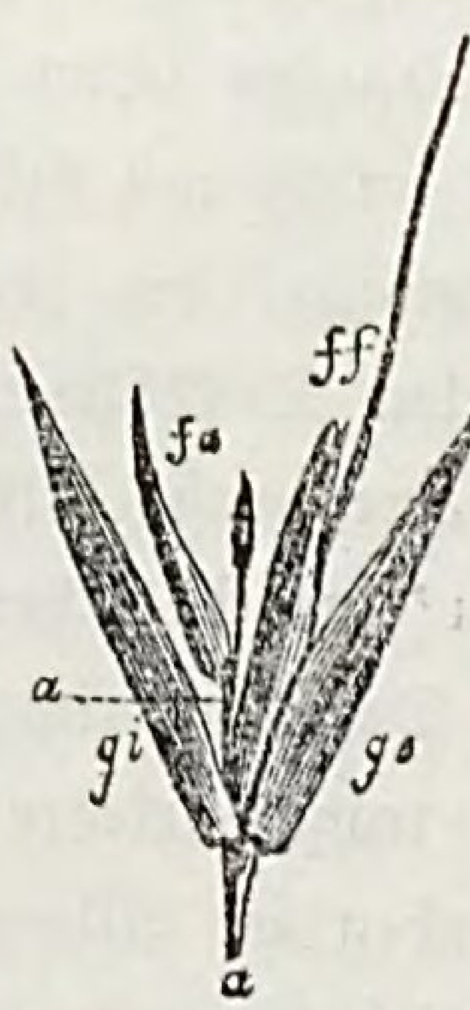


Fig. 287. Ein Aehrchen von der Rispe des gemeinen Hafers (Fig. 283).*

* *aa* Axe des Aehrchens; *ge* äußere und untere Deckspelze des Aehrchens; *gi* innere und obere Deckspelze; *ff* eine fruchtbare Blüthe noch in ihren Blüthenspelzchen verborgen, von denen das äußere eine Granne trägt; *fa* zwei höher stehende „taube Blüthen", d. h. Paare von Blüthenspelzchen, innerhalb deren sich keine Fortpflanzungsorgane ausgebildet haben.

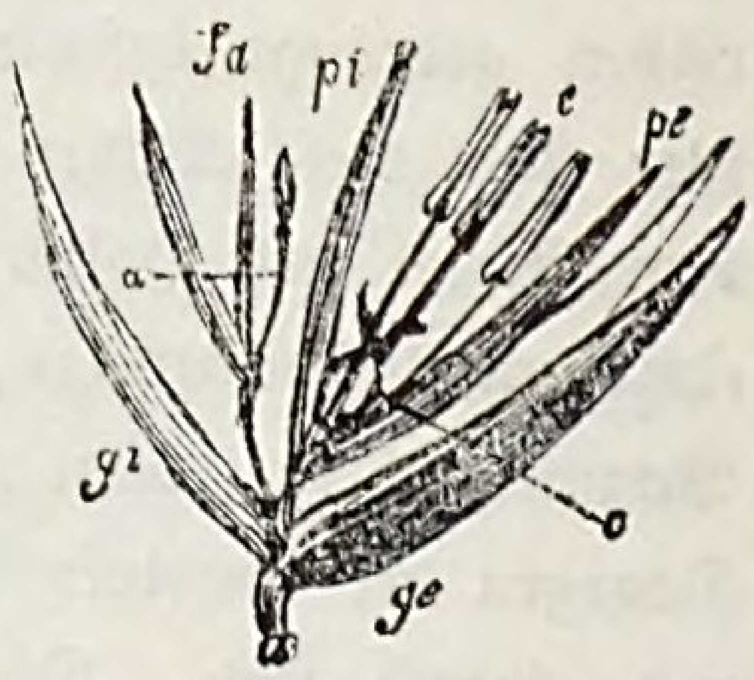


Fig. 288. Ein Aehrchen von der Rispe des gemeinen Hafers mit aufgeblühter Blüthe.*

* *aa* Axe des Aehrchens; *ge* äußere Deckspelze; *gi* innere Deckspelze; *fa* taube Blüthen; *pe* äußeres Blüthenspelzchen mit geknickter Granne; *pi* inneres Blüthenspelzchen, in zwei Spitzen endigend; *e* Staubfäden; *o* Fruchtknoten.

Bei den **ächten Gräsern** ist der Bau der Blüthe ganz anders. Nicht allein trägt jedes Aehrchen immer, mit seltenen Ausnahmen, **zwei Deckspelzen**, welche sich gegenüber stehen, sondern über diesen Spelzen trägt die Axe des Aehrchens an ihren beiden Seiten meistens mehrere, abwechselnd gestellte Blüthen, von denen gewöhnlich nur eine oder zwei oder drei entwickelte Fortpflanzungsorgane besitzen, während die andern, besonders die obersten, gänzlich verkümmert sind (Fig. 287). Nach der Zahl der vorhandenen Blüthen nennt man die Aehrchen ein=, zwei= oder mehrblüthig. Ersterer Fall ist der seltenste, und es fehlen dann dem einblüthigen Aehrchen die Deckspelzen wohl gänzlich. Jede einzelne Blüthe aber besteht wieder

aus zweien besonderen Deckspelzen, den Blüthenspelzchen, welche auch einander gegenüber stehen, das eine, der Axe des Aehrchens zugewandte, etwas höher, als das andere, auswärts gewandte (Fig. 288 und 289). Durch die innige scheidenartige Ineinanderfügung, in welcher sich alle diese Blüthendecken an dem Aehrchen befinden, ist das obere und meistens geringere der beiden Blüthenspelzchen gewöhnlich der Länge nach, nicht allein in das gegenständige Spelzchen eingedrängt, sondern in seiner Mittellinie, anstatt ausspringend gekielt zu sein, vielmehr einspringend gekielt. Dasselbe endigt gewöhnlich in ein zweispitziges Häutchen. Das untere, demselben gegenständige und es umfassende Blüthenspelzchen ist meistens die beträchtlichste von allen Spelzen, und dasselbe zeigt oft noch besondere Eigenthümlichkeiten, zumal die, daß es auf seiner Spitze eine mehr oder weniger entwickelte, oft ungeheuer lange, scharf stachlig rauhe Borste, die sogenannte Granne oder Achel, trägt (Fig. 287 und 288). Die Spelzen sind Phyllodien, den Blattscheiden entsprechend; die Granne läßt sich daher dem eigentlichen Blatttheile eines Grasblattes vergleichen, ein Vergleich, welcher um so wahrscheinlicher wird, wenn wir sehen, daß häufig das Spelzchen vor der Granne sich noch mehr oder weniger in ein, meistens zweispitziges Blatthäutchen verlängert, so daß die Granne auf dem Rücken des Spelzchens zu entspringen scheint, wo sie obendrein oft ganz, wie die Blätter so häufig, knieförmig rücklings gebogen steht. Ja, die Granne beweist ihre Uebereinstimmung mit dem Blatte sogar dadurch, daß sie bei manchen Grasarten, z. B. beim Hafer, gedreht erscheint. Die Spelzen sind meistens mit kurzen Stachelhärchen besetzt, besonders auf den Mittelrippen, und es gibt einige Arten, bei welchen solche Stacheln sehr rauh und scharf, und wohl gar rückwärts gerichtet sind. Dagegen kommen auch andere Arten vor, deren Spelzen mit den feinsten, seidenartig glänzenden Flaumhärchen besetzt sind, wie z. B. das bewimperte Perlgras (Melica ciliata), welches in einigen Gebirgsgegenden Mitteleuropa's gefunden wird.

Eigentliche Blumenblätter fehlen bei der Grasblüthe meistens ganz. Doch finden sich bei einigen Grasarten zwei, noch seltener drei, ganz kleine schüppchenförmige Blättchen (Fig. 289, p), welche nur mit Mühe aufgefunden werden, oder statt derselben zarte Borsten. Diese Organe sind wirklich eine Andeutung eines Perigons.

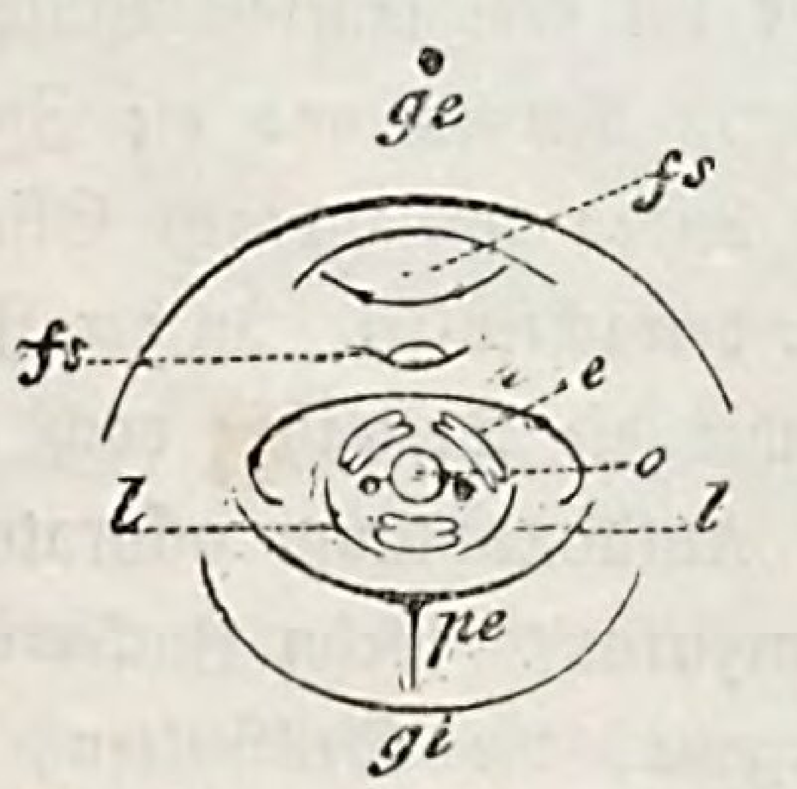


Fig. 289. Diagramm eines Haferährchens. *

* *ge* Aeußere Deckspelze, bei dem herabhangenden Aehrchen der Axe des Rispenzweiges zugewandt, welche hier durch den Punkt angezeigt ist; *gi* innere Deckspelze; *f s* die beiden unfruchtbar gebliebenen Blüthen, von welchen nur die Blüthenspelzchen entwickelt sind; *pe* äußeres, mit der Granne versehenes Blüthenspelzchen der fruchtbaren Blüthe; das gegenüberstehende innere Blüthenspelzchen hat keine Bezeichnung erhalten; *ll* die beiden Perigonblättchen; *e* die Staubfäden; *o* der Fruchtknoten, dessen beide Griffelnarben durch Punkte bezeichnet sind.

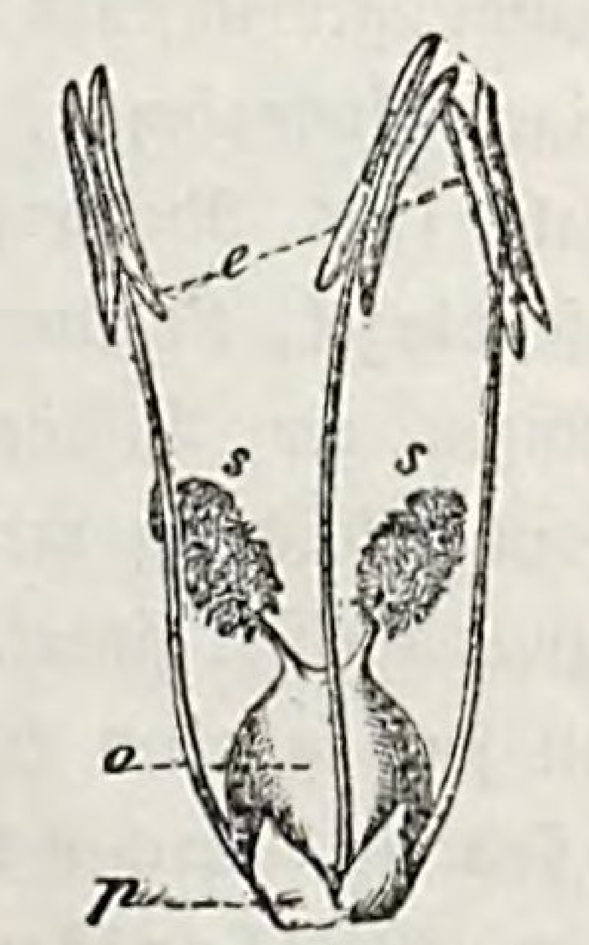


Fig. 289, *a*. Die fruchtbare Blüthe des Haferährchens nach Entfernung der Spelzen, vergrößert. *

* *p* Perigonschüppchen; *e* Staubfäden; *o* Fruchtknoten; *s* federförmige Narben der beiden Griffel.



Fig. 290. Der obere Theil eines Staubfadens aus der Blüthe des schmalhalmigen Rispengrases (Poa compressa), vergrößert. *

* *f* Filament oder Träger; *l* die beiden gekrümmten Antherenfächer.



Fig. 291. Der Fruchtknoten des Hundszahn- oder Mannafingergrases (Cynodon dactylum), vergrößert. *

* *o* Fruchtknoten; *s* federförmige Narben der beiden Griffel.

Da dieselben, wie mehr oder weniger ja alle Blumenblätter und anderen Blüthentheile, Honigsaft aussondern, so hat man dieselben auch wohl als Honigdrüsen oder Nektarien bezeichnet. Sie umschließen am Grunde die Fortpflanzungsorgane (Fig. 289), zunächst drei Staubfäden mit äußerst dünnen, fadenförmigen Filamenten, auf deren Spitze verhältnißmäßig beträchtliche, sehr schmale und lange Staubbeutel hangen. Mitunter sind nur zwei, bei einigen Gattungen dagegen zweimal drei oder noch mehr Staubfäden vorhanden. Die Antheren bestehen deutlich aus zweien Hälften, welche sich, nur in der Mitte ihrer Länge durch das Connektiv der Filamentspitze zusammengehalten, an beiden Enden von einander trennen und nach Außen krümmen, so daß sie eine)(förmige Figur darstellen (Fig. 290). Die Filamente mit den Antheren hangen, wenn die Spelzen sich zur Blüthezeit von einander gespreizt haben, aus dem offenen Aehrchen hervor. In ihrer Mitte befindet sich ein Stempel, mit einfachem kugeligem Fruchtknoten, welcher in den allermeisten Fällen durch zwei Griffel seine Zusammensetzung aus so vielen Karpellen beurkundet. Die Griffel tragen Narben von einer sehr zierlichen Beschaffenheit, welche übrigens bei den Halbgräsern und selbst bei den Graslilien sich ähnlich findet. Es sind nämlich die wärzchen- und fadenartigen Hervorragungen der drüsigen Zellen der Narbe hier so ausgezeichnet entwickelt, daß die ganze Narbe gleichsam einen federförmigen Büschel von äußerst zarten Flaumhärchen darstellt (Fig. 291). Man bemerkt an den blühenden Grasährchen diese weißen Federchen mit Leichtigkeit. Der Fruchtknoten enthält stets nur eine einzige Samenknospe, welche als unmittelbare Gipfelknospe der Blüthenaxe vom Grunde des Fruchtknotens gerade emporsteigt.

Bei den ächten Gräsern scheint auf den ersten Blick die Zweizahl in den Organen zu herrschen, und besonders spricht diese sich auch in den Blüthen fast durchweg aus. Dennoch gibt es Gründe, diese Abweichung von dem, bei den Monocotyledoneen so allgemeinen Zahlenverhältnisse, nur für eine scheinbare zu halten und anzunehmen, daß entweder das dritte Glied jedes organischen Complexes hier durch besondere Bedingungen unterdrückt sei, wie bei den Halbgräsern mit zweien Griffeln das dritte Karpell, oder daß, wie dieses bei dem inneren Blüthenspelzchen durch die Anordnung der dasselbe durchziehenden Nerven und die Zweispitzigkeit desselben sehr wahrscheinlich wird, eines der beiden vorhandenen Glieder als ein doppeltes, aus zweien zusammengewachsenes, zu betrachten sei. In der Zahl der Staubfäden herrscht, mit wenigen Ausnahmen, immer die Dreizahl; doch gibt es auch hier Beispiele der Zweizahl (das Ruchgras, Anthoxanthum odoratum) und selbst der Einzahl (der Fuchsschwingel, Festuca myurus). Beim Zuckerrohre aber sind alle einzelnen Abtheilungen der Blüthenorgane, die Deckspelzen, die Blüthenspelzchen und die Staubfäden vollständig dreizählig; nur das dritte Karpell fehlt auch hier, indem man nur zwei Griffel findet.

Nicht bei allen Grasgewächsen sind in allen Blüthen Staubfäden und Stempel vereinigt. Bei den Halbgräsern sind die Aehrchen der Cypergräser (Cyperus), der Binsengräser (Scirpus) und Wollgräser (Eriophorum) zwitterblüthig; bei den Riedgräsern (Carex) sind die Blüthen durch regelmäßiges Fehlschlagen der weiblichen oder der männlichen Organe stets eingeschlechtig, immer aber monöcisch, und zwar ist meistens eine am Gipfel des Blüthenstandes befindliche Aehre ganz männlich, während die tiefer stehenden nur in ihren oberen Blüthen männlich, in

den unteren dagegen weiblich, und die untersten Aehren ganz weiblich sind; oft ist die Gipfelähre allein männlich, oder selbst von dieser nur der obere Theil. Unter den ächten Gräsern, bei welchen im Allgemeinen Zwitterblüthen die Regel sind, und nur ausnahmsweise manche Blüthen bloß männlich oder bloß weiblich werden, zeichnet sich der Mais (Fig. 292) durch Trennung der Geschlechter aus, und zwar sind alle sämmtlichen Blüthen der Rispe, welche auf dem Gipfel des Halmes steht, ausschließlich männlich, während dagegen sämmtliche Blüthen der Kolben, welche in den Blattachseln stehen, ebenso ausschließlich weiblich sind. Die Narben dieser, nur mit sehr kleinen Spelzen versehenen, Blüthen sind sehr lang fadenförmig, und hangen als ein langer Büschel aus der von Deckblättern gebildeten Hülle des Kolbens hervor (Fig. 295). Es ist begreiflich, wie wichtig es für die Erreichung des Zweckes der Befruchtung ist, daß die männlichen Blüthen in solchen Fällen stets die höhere Stellung einnehmen, und also den Pollenstaub gleichsam aus der Höhe auf die Narben herabschütten können.



Fig. 292. Der Mais oder das Türkenkorn (Zea mais) mit männlichen gipfelständigen Blüthenrispen und weiblichen achselständigen Blüthenkolben.



Fig. 293. Pollenzelle des knäueligen Fingergrases (Dactylis glomerata).

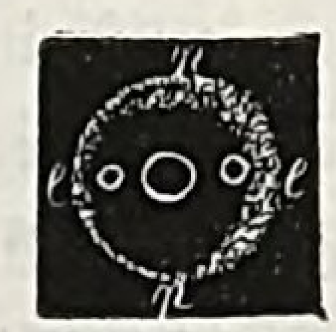


Fig. 293 bis. Pollenzelle des Hanfes (Cannabis sativa) mit dreien Poren.



Fig. 293 ter. Pollenzelle einer Lerchenspornpflanze (Corydalis capreolata) mit vielen Poren.

Die Pollenzellen der Gramineen sind nicht, wie die der Liliaceen, mit einer Längsfalte versehen, welche, bei der Anschwellung des Inhaltes, zum Hervortritte des Pollenschlauches Gelegenheit bietet, sondern sie besitzen eine andere Vorrichtung zu dem nämlichen Zwecke. Sie zeigen nämlich eine dünnere Stelle mit kreisförmigem oder spiralförmigem Umrisse (Fig. 293), sei es nun, daß die Verdickungsschicht der äußeren Zellenmembran an einem Punkte fehle, oder eine spirallinienförmige Lücke habe, oder daß die firnißartige Aussonderungsschicht, welche die Membran äußerlich bedeckt, hier lückenhaft sei. Es findet sich eine ähnliche Vorrichtung bei den Pollenzellen mancher anderer Monocotyledoneen und auch bei Dicotyledoneen, nur wiederum mit dem Unterschiede, daß bei den letzteren solcher „Poren" oder „Tüpfel" drei (Fig. 293 bis) oder mehrere (Fig. 293 ter) vorhanden zu sein pflegen, während bei den ersteren die Einzahl constant ist.

Da die Bildung von Pollenschläuchen durchaus nothwendig ist, damit die

Befruchtung der Samenknospe im Fruchtknoten stattfinden könne, und da Pollenzellen, der unmittelbaren Einwirkung von Wasser ausgesetzt, durch die allseitige und allzustarke Einsaugung zerplatzen, ohne Pollenschläuche bilden zu können, so läßt sich daraus ermessen, wie nachtheilig dem Zwecke der Blüthe ein einziger Regentropfen sein müßte, welcher zur Unzeit in dieselbe eindringen würde. Wir haben jedoch hier ein Beispiel bemerklich zu machen von der wunderbaren Sicherheit, mit welcher in der Natur für alle Zwecke gesorgt ist, einer Sicherheit, welche als ein nothwendiges Ergebniß der Mittel erkannt werden muß, durch welche die Zwecke selbst von der Natur vorbereitet werden. So sicher, wie die überhandnehmende Spannung des Dampfkessels selbst das Sicherheitsventil öffnet, um der Zersprengung der Maschine vorzubeugen, so sicher, wie durch das Sinken des Wassers die Zulassung neuen Wassers veranlaßt wird, mit welchem die Maschine sich selber speist, so sicher schützt sich die Blüthe vor der Zerstörung des Pollens durch zeitiges Schließen, und so gewiß erreicht sie die Befruchtung durch rechtzeitiges Oeffnen ihrer Hüllen. Die Blüthenhüllen bedürfen, um sich zu öffnen, eines gewissen Grades von Austrocknung, oder vielmehr, es ist das Oeffnen der Hüllen nichts anderes, als ein nothwendiger Erfolg der Austrocknung, welche die Zellen ihrer Oberhaut geschwinden läßt und dadurch die Rücklingskrümmung des Organs hervorruft. Sobald die Hüllen sich geöffnet haben und die Antheren, von der Sonne beschienen, austrocknen und aufspringen, wird der Pollen verschüttet und erreicht die Narbe. Bereitet sich dagegen Regen vor, so müssen die ausgetrockneten Zellen durch die in der Luft vorhandenen Wasserdünste, welche von ihnen aufgesogen werden, wieder anschwellen und die Blüthenhüllen in den Zustand der Knospenlage zurückkehren lassen. Der Regen findet sie verschlossen. Daher wird durch regnerische Tage die Blüthe der Getreide oft so auffallend verzögert, nicht aber völlig vereitelt, wenn nur mitunter ein sonniger Tag eintritt.

Es ist allgemein bekannt, wie wenige Wochen nach der Blüthezeit hinreichen, um den Samen der Gräser, besonders der wichtigsten derselben, unserer Getreidearten, zur Reife zu bringen. Im Allgemeinen hält sich die zur Samenreife erforderliche Zeit zwischen 16 und 30 Tagen; allein es gibt einige Wiesengräser, bei welchen diese Zeit sich noch mehr, selbst auf 13 Tage, beschränkt. Der Same der Gräser unterscheidet sich von dem der Halbgräser sehr wesentlich. Hier nämlich verwächst sehr frühzeitig und mit völliger Beseitigung des Perispermgewebes das Endosperm mit der Samendecke und mit den Karpellen, und zwar zu einer Zeit, wo alle diese Theile noch zart genug sind, um mit dem Endosperm so völlig sich zu vereinigen, daß man hernach nicht im Stande ist, sie von einander zu unterscheiden. Es bildet bei der reifen Frucht die aus den Karpellen entstandene Fruchthülle unmittelbar selber die Haut des Samens (Fig. 294). Man hat diese Frucht daher mit dem besondern Namen Caryopse, Schalfrucht oder Hautfrucht, benannt. Als solche sind also die Getreide- und Maiskörner zu betrachten, welche man gewöhnlich für nackte Samenkörner zu halten pflegt. Diese Früchte stehen beim Mais (Fig. 295) ganz nackt in zahlreichen Reihen an der Kolbenaxe, welche zu dieser Zeit an Dicke so sehr zugenommen hat, daß die Hüllblätter, welche die weiblichen Blüthen bis auf die fadenförmigen Griffel ganz verdeckten, auseinander gedrängt werden. Die Griffel gehen übrigens erst bei der völligen Reife ganz ver-

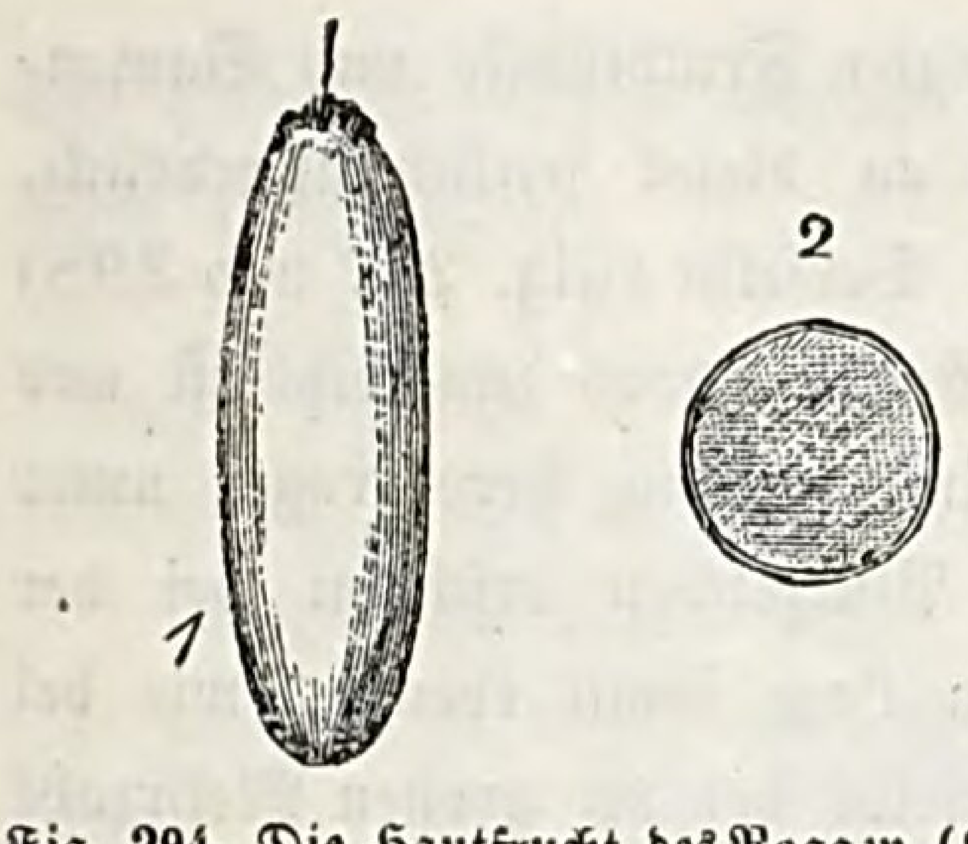


Fig. 294. Die Hautfrucht des Roggen (Secale cereale) oder das „Roggenkorn". 1 Das ganze Korn, an dessen Gipfel ein Büschel von Härchen die frühere Stellung der Griffel bezeichnet, 2 Querschnitt desselben, um zu zeigen, wie das Endosperm mit der Samendecke und Fruchthülle verwachsen ist.



Fig. 295. Maiskolben. *
a b
* a In der Blüthezeit; b nahe vor der Fruchtreife.

loren, und können so lange noch immer mit Deutlichkeit zeigen, daß das Maiskorn nicht ein bloßer Samen, sondern eine ganze Frucht sei. Beim Weizen, Roggen und manchen anderen Gräsern stecken die reifen Früchte halb verborgen in den sich fortwährend erhaltenden Spelzen. Bei der Gerste, dem Reiß, dem Dinkel (Fig 296) und Hafer, und der Hirse schließen die Spelzen um die Frucht so fest zusammen, daß sie mit derselben abfallen und beim Dreschen in derselben stecken bleiben, ja bei der Gerste sind die inneren Spelzen sogar mit der Fruchthülle locker verwachsen. Die meisten Grasfrüchte oder sogenannten Grassamen sind sehr klein; die größten sind die des Mais, demnächst unsere gewöhnlichen Getreidekörner. Die der Hirse (Fig. 296 bis) jedoch nähern sich, obwohl sie in manchen Gegenden ein sehr wichtiges Getreide sind, den Samen der im gewöhnlichen Leben sogenannten „Gräser" unserer Wiesen, ja sie gehören zu den kleinsten aller Grasfrüchtchen.

Der Embryo liegt in den Grasfrüchten am unteren Ende unter der zu einer



Fig. 296. Aehre und Pflanze des Dinkels oder Spelzkornes (Triticum spelta) von der grannigen Varietät.



Fig. 296 bis. Die italienische Hirse (Setaria Italica).

bei manchen Gräsern sehr haarigen Haut innig vereinigten Fruchthülle und Samendecke, aber nicht im Endosperm verborgen, sondern an dieses seitlich angedrückt. Man erkennt seine Lage äußerlich am „Korne“ sehr leicht. Derselbe (Fig. 297 und 298) besteht aus einem Axenorgane, welches an beiden Enden etwas zugespitzt ist und in dessen Mitte ein Cotyledon nur als eine geringe Anschwellung hervorragt, unter welcher die Keimungsspalte sichtbar ist. Das erste Würzelchen erscheint bei der Keimung an dem untersten Ende des Embryo, dessen Lage somit ebenso, wie bei den Halbgräsern, von derjenigen abweicht, welche derselbe bei der großen Mehrzahl der Pflanzen zu haben pflegt, indem er, wie wir bei mehreren Beispielen gesehen haben, sein Wurzelende der Mikropyle zuwendet. Doch vielleicht würde es nicht unrichtig sein, das Axenorgan des Embryo als ursprünglich wurzellos zu betrachten, und den Cotyledon als ein an ihm stehendes Blatt, das Keimknöspchen aber als Rhizomzweig zu betrachten, an dessen Ursprungspunkte die Wurzeln als Adventivwurzeln entspringen, während die Embryonalaxe selbst ganz wurzellos bleibt.

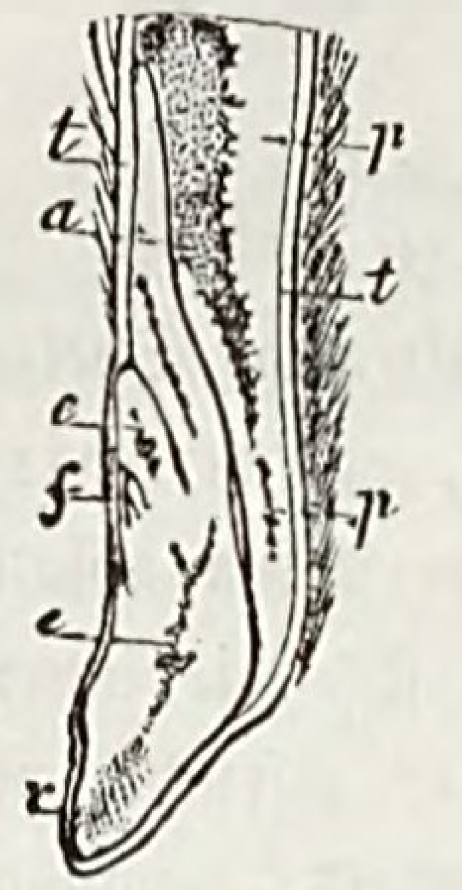


Fig. 297.
Senkrechter Schnitt durch die untere Hälfte eines „Haferkornes“ vergrößert.*

* *t* Die Fruchthaut mit Haaren bedeckt; *p* Endosperm; *e* Embryo; *a* Axenorgan; *r* Wurzelpunkt; *c* Cotyledon; *f* Keimungsknöspchen, im Cotyledon verborgen.

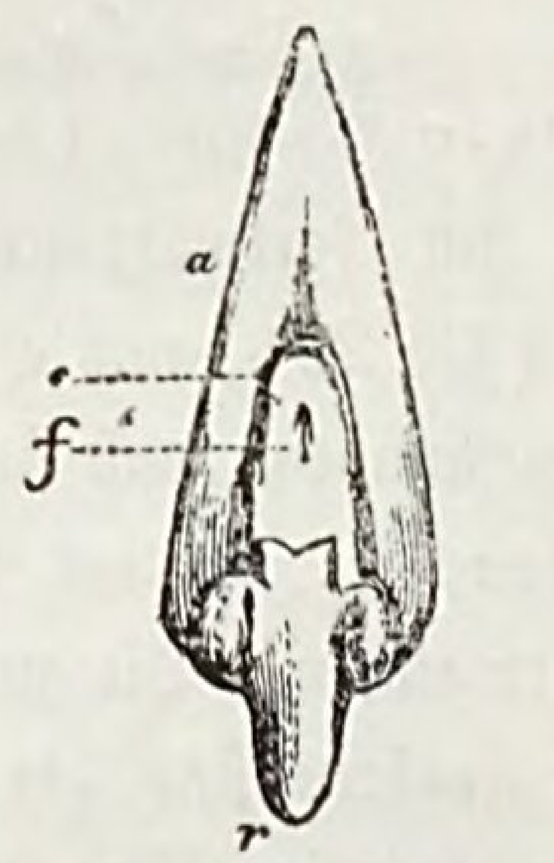


Fig. 298. Der Embryo des Hafers, von der Außenseite gesehen; vergrößert.*

* *a* Axenorgan; *r* Wurzelpunkt; *c* Cotyledon; *f* Keimungsspalte.



Fig. 299. Aehrenbüschel und Pflanze des Wunderweizens (Tritium compositum).

Die Getreidekörner liefern ausgezeichnete Beispiele von der fast unbegrenzt scheinenden Ausdauer der Entwicklungsfähigkeit pflanzlicher Organe. Man hat neuerdings in mehreren Gegenden Beispiele von solchen Körnern gesehen, welche aus ägyptischen Mumiengräbern entnommen waren, und wenigstens einige Jahrtausende in denselben geruht hatten, und welche nun ausgesäet, dennoch keimten und eine reichliche Ernte lieferten. Sie gehörten dem durch büschelige Aehren ausgezeichneten ägyptischen oder Wunderweizen an (Fig. 299). Diese Zähigkeit des Keimungsvermögens ist bei den Getreidekörnern um so auffallender, als dieselben einer Samenruhe fast gar nicht bedürfen, indem sie regelmäßig schon in demselben Herbste wieder ausgesäet werden können, in welchem sie gereift sind. Ja, es ist zu des Landmannes Kummer bekanntlich gar nicht selten, daß in regnerischen Erntezeiten nicht allein in den auf dem Felde aufgestellten Garben die Körner zu keimen beginnen, sondern es findet solches bei der Gerste, welche gegen Feuchtigkeit sehr empfindlich ist, nicht selten in nassen Sommern sogar noch auf dem Halme statt,

und zwar in solchem Grade, daß zuweilen die Gerstenähren wie Grasbüschel aussehen (Fig. 300).

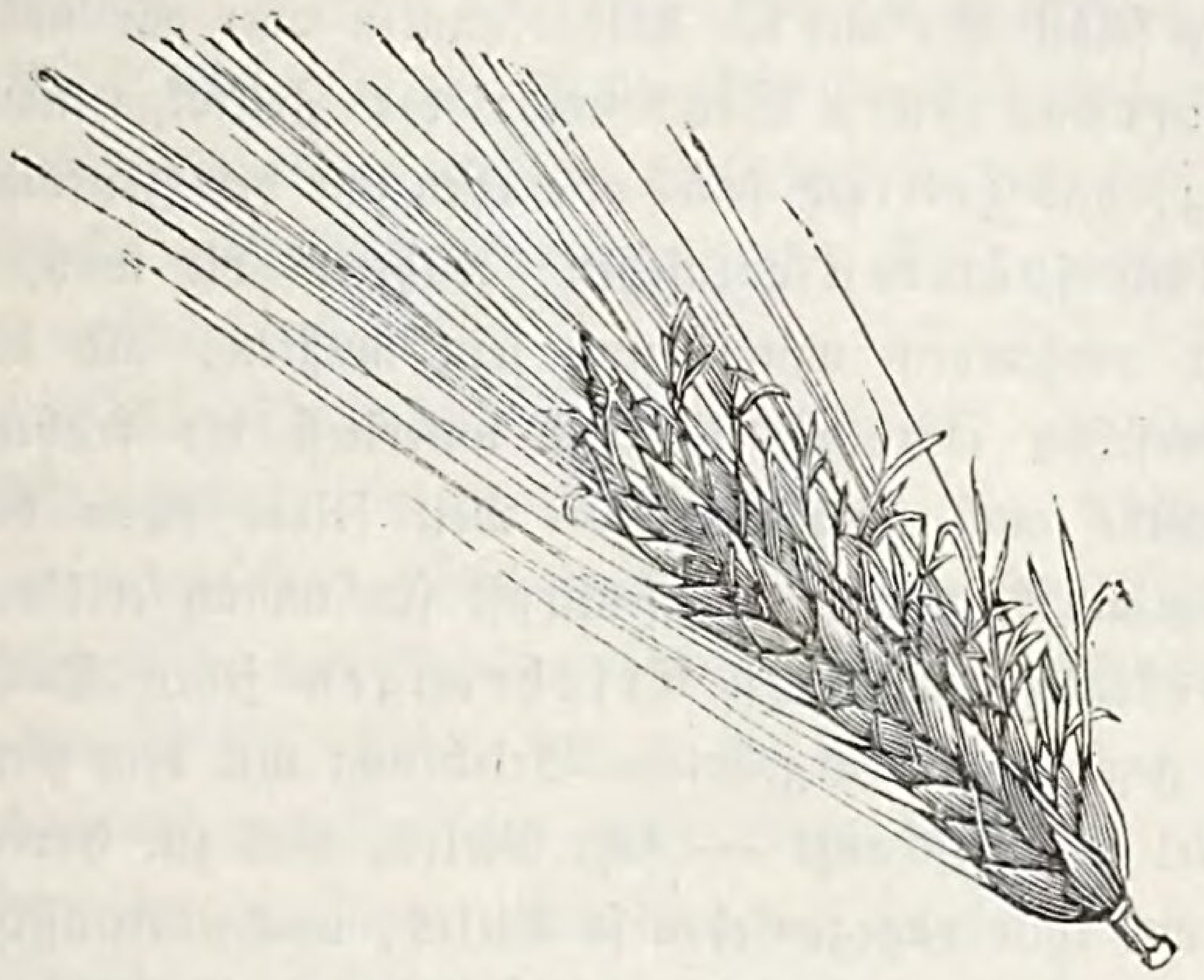


Fig. 300. Eine Gerstenähre mit vorzeitig auf dem Halme ausgekeimten Körnern.

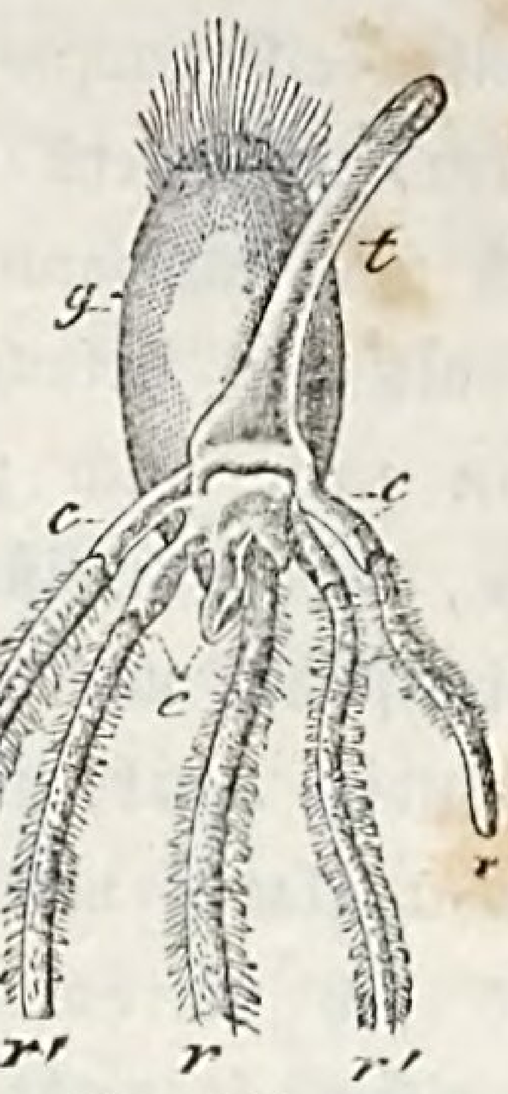


Fig. 301.
Ein keimendes Getreidekorn, vergrößert.*

* *g* Das Korn; *t* der junge Keim; *cc* Wurzelscheiden; *r* erste Wurzel; *r' r'* mehrere andere Wurzeln.

Bei der Keimung der Grasfrüchte verlängert sich die Embryonalachse durchaus nicht und schiebt sich somit nicht aus der Samendecke hervor, sondern bleibt ganz in derselben eingeschlossen. Neben dem Wurzelpünktchen der Embryonalachse bricht die erste Wurzel, von dem umgebenden Zellgewebe wie von einer Scheide umgeben, heraus und es folgen derselben bald mehrere andere (Fig. 301). Während der Bildung dieser Organe verschwindet das Endosperm völlig, indem es vom Embryo eingesogen wird, und nun erst bricht aus der Spalte des Cotyledon das Keimungsknöspchen hervor, erzeugt zahlreiche, äußerst zarte und einander röhrenförmig scheidenartig umhüllende Blätter, während seine Axe sich nur sehr allmählig und zwar zuerst unterhalb des ersten Blattansatzes abwärts verlängert. Mit dem Erscheinen des Keimungsknöspchens beginnt das neue Pflänzchen seine Nahrung selbstständig aus dem Boden aufzunehmen und grüne Farbe in seinen Blättern zu entwickeln. Die leere Fruchthülse liegt noch lange neben dem Keimpflänzchen und hängt an demselben durch die zurückgebliebene Embryonalaxe fest, bis sie verfault.

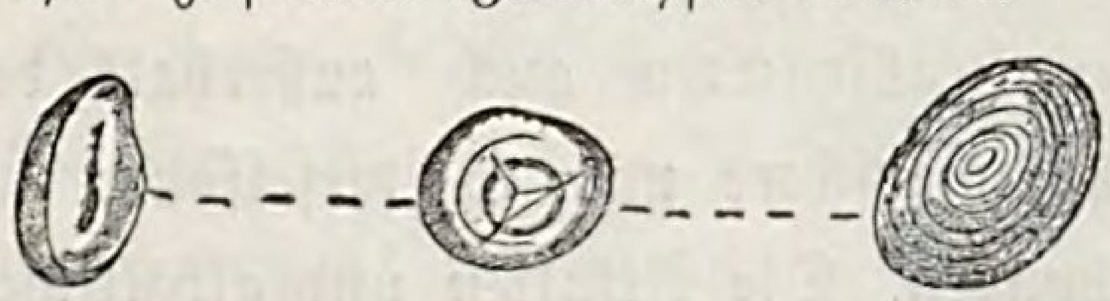
Da die Ordnung der Grasgewächse die wichtigsten und allgemeinsten Nahrungsmittel der Menschen, theils direkt, theils, als Nahrung des Viehes, indirekt hervorbringt, da insbesondere die ganze Landwirthschaft hauptsächlich auf der Cultur dieser Gewächse beruht, so ist die Kenntniß derselben, besonders von der chemischen und physiologischen Seite, durchaus einer der wichtigsten Punkte, welchen die Botanik dem praktischen Nutzen darbeut. In der That, da es für den Bedarf der Menschen darauf ankommt, theils Blätter und Halme der sogenannten Futtergräser, theils reichliche Vorräthe der als Getreide bezeichneten Grasfrüchte zu erzielen, so ist eine vernünftige, mit Berechnung und Nachdenken verbundene Betreibung des Ackerbaues nicht möglich, wenn man sich nicht eine möglichst richtige Vorstellung von den Bedingungen zu machen weiß, unter welchen die einen und die andern Organe der Grasgewächse sich erzeugen. Denn nur in diesem Falle wird man im Stande sein, dadurch, daß man diese Bedingungen vermehrt, auch die reichlichere Erzeugung der gewünschten Ernte mit Sicherheit zu erwarten. Zwar hat man die tausendjährige sogenannte Erfahrung, welche aber

sehr mit Unrecht diesen Namen trägt, da dieselbe ohne Einsicht in die physiologischen und chemischen Prozesse, welche in der Pflanze vorgehen, und deren Ergebniß die Erzeugung der Pflanze selbst ist, nur die halbgekannten oder gar nicht gekannten, besonders aber übel verstandenen Sachbefunde der Zeitfolge nach verglich und sich dann damit betrog, das zeitlich frühere eben nur der Zeitfolge wegen als die Ursache des zeitlich späteren anzusehen; während die wahren Ursachen zwar auch zeitlich früher vorhanden waren und sein mußten, als die Erfolge, jedoch meistens ganz übersehen wurden. Und so unterließ die frühere Landwirthschaft und unterläßt dieselbe auch noch heute — weil leider schon der unverständige Knabe nur allzu häufig am Pfluge die Wissenschaft für unnütz erklären zu dürfen glaubt und mit des Großvaters uralten Erfahrungen jeden Nachdenkens sich überhoben hält, und gegen jede dargebotene Belehrung mit dem stets der Unwissenheit verbrüderten Dünkel sich verschanzt — sehr Vieles, was zur Erreichung ihres Zweckes dienen würde, und thut dagegen eben so Vieles, was überflüssig, unnütz oder gar nachtheilig, und obendrein kostspielig und zeittödtend ist. Wenn aber nichts desto weniger alljährlich unsere Fluren in reicher Ernte prangen, so gilt dieses als ein Beweis der Trefflichkeit des landwirthschaftlichen Verfahrens — während es nur beweisen kann, daß die Natur fast überall die Bedingungen des Gedeihens der wichtigsten Culturpflanzen in einem gewissen Grade darbietet, und daß das landwirthschaftliche Verfahren sich mit demselben mehr oder weniger verträgt — nicht aber daß solches Verfahren das beste und zweckentsprechendste sei.

Jedes Fruchtkorn eines Grasgewächses besteht, wenn dasselbe ganz von den Spelzen befreit ist, aus einer Anzahl sehr verschiedener Schichten von Zellen. Die Frucht- und Samenschale besitzt zu äußerst eine ziemlich feste Oberhaut, aus derben Zellen gebildet; darunter unterscheidet man noch mehr oder weniger zwei verschiedene und mehrfache Lagen sehr platter und zusammengedrängter Zellen, welche zusammen jedoch nur etwa die zweifache Dicke der Oberhaut betragen. Alle diese Zellen sind holzig, daher ganz unverdaulich; man sondert daher auf der Mühle durch das Schroten und Beuteln die Rinde als Kleie oder Krüsch von dem Inhalte des Getreides ab. Das unmittelbar an die Schale innen sich anschließende und durch seine weiße Farbe ausgezeichnete Zellgewebe des Endosperms besteht zunächst aus 1—3 Schichten ziemlich lang gestreckter, gegen die Samenschale senkrecht stehender prismatischer Zellen, in welchen Proteinsubstanzen enthalten sind. Diese bleiben mehr oder minder an der Kleie hangen und werden also mit derselben vom Mehle getrennt. Da dieselben aber vorzugsweise geeignet sind, dem thierischen Körper Ersatz- und Vermehrungsmittel für den mit seinem Lebensprozesse verbundenen Stoffverbrauch darzubieten, indem sie insbesondere mit der Substanz des Fleisches in den chemischen Mischungsverhältnissen ganz übereinstimmen, so rührt ebendaher die Nahrhaftigkeit, um derentwillen die Kleie einestheils als eine treffliche Mastung für das Vieh, anderntheils als eine vortheilhafte Beimengung zum Brode angesehen werden darf. Bekannt ist die Trefflichkeit des Schwarzbrodes, besonders des Westphälischen „Pumpernikels", welche daher rührt, daß man zu demselben Mehl verwendet, welches nicht von der Kleie befreit (gebeutelt) worden ist. Die innere und beträchtlichste Masse des Endosperms besteht aus minder regelmäßig geformten Zellen, welche nur geringe Mengen von Proteinsubstanzen, dagegen sehr

beträchtliche Vorräthe von Amylum oder Stärkemehl (Seite 567, 593) enthalten. Die Membranen der Endospermzellen bestehen nicht aus holziger Cellulose, sondern aus einer Art von Gallerte, welche ähnlich, wie das Lichenin (Seite 616), Gelin (Seite 609) und Carraghin (Seite 620) mit der Cellulose und Stärke eine isomere Mischung besitzt, zugleich aber die Eigenschaft hat, in Wasser aufzuquellen und somit im Magen aufgelöst und zur Verdauung verwandt zu werden.

Die Stärke, welche man aus zerriebenen Getreidekörnern oder anderen Pflanzentheilen durch Ausschlämmen und Absetzen vermöge ihrer Schwere als sogenanntes Satzmehl gewinnen kann, ist nicht allein dadurch von den Proteinsubstanzen zu unterscheiden, daß diese durch Jodtinktur bräunlich gefärbt werden, während die Stärke sich blau färbt, sondern auch die Form derselben läßt sie unter dem Mikroskope recht wohl erkennen. Man findet dieselbe in den Zellen stets in der Form von Körnchen, welche, wenn sie sich unter einander bedrängen, vielflächig (polyedrisch) abgeplattet, sonst aber abgerundet erscheinen, und welche mit Bogen- oder Kreislinien mehr oder weniger regelmäßig gezeichnet sind. Diese Linien rühren daher, daß die anfangs sehr kleinen Körnchen sich allmählig durch Absatz von Verdickungsschichten vergrößert haben. Bald umschließen diese Verdickungsschichten das Kernchen allseitig, bald nur halbschalenförmig einseitig, und es ist sowohl dieser Vorgang, als auch, in Folge dessen, die Form der Satzmehlkörnchen bei jeder Pflanzengattung eine ganz bestimmte, so daß man mit Hülfe des Mikroskopes Getreidestärke von Kartoffelstärke, ja sogar verschiedene Getreidestärkesorten von einander unterscheiden kann. In der eßbaren Lauchzwiebel, der Kaiserkronen- und Lilienzwiebel findet man muschelförmig hohlschalige Stärkekörnchen, in der Tulpenzwiebel fast dreieckige, in der Herbstzeitlose und im westindischen Arrowroot, sowie in den Markzellen der Sagopalme, sind sie gruppenweise zusammengewachsen. Im Roggen und Weizen haben dieselben eine flach linsenförmige (Fig. 302), beim Mais eine polyedrische (Fig. 303), beim Reiß eine bei außerordentlicher Kleinheit scharfkantig polyedrische, beim Hafer eine ziemlich kugelige Gestalt; bei letzterem Getreide aber zerfallen sie von selber, oder wenigstens wenn man sie drückt, in eine Anzahl scharfkantiger Bruchstücke. Alle Getreidestärke ist glanzlos. In den Kartoffelzellen liegen sehr zahlreiche, länglich eiförmige, aus vielen sehr einseitig zunehmenden Verdickungsschichten bestehende und in der Sonne glänzende Stärkekörnchen (Fig. 304). In den Erbsen erscheinen dieselben, wie wenn sie aus dreien Kügelchen zusammengewachsen wären.


Fig. 302. Stärkekörnchen von Getreide, 200fach vergrößert.

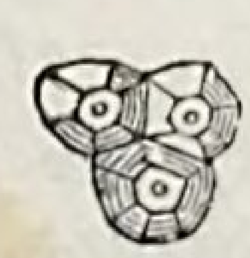

Fig. 303. Stärkekörnchen von Mais, 200fach vergrößert.


Fig. 304. Eine Kartoffelzelle mit den darin enthaltenen Stärkekörnchen, 50fach vergrößert.

Die in den Zellen der Grasfrüchte enthaltene Proteinsubstanz ist hauptsächlich der Kleber, auch wohl Pflanzenleim oder Pflanzenfibrin genannt. Wenn man Mehl zu einem Teige mit Wasser anrührt und diesen Teig, in ein dichtes Leinwandläppchen eingebunden, so lange unter Aufgüssen von kaltem Wasser knetet, bis daß das ablaufende Wasser nicht mehr milchig abfließt, so bleibt im Säckchen

die Masse der Zellenmembranen mit sammt dem darin enthaltenen Kleber zurück. Das abgeflossene Wasser enthält theils das Satzmehl, welches sich nach einiger Zeit absetzt, und außerdem andere Substanzen, welche im Wasser aufgelöst geblieben sind. Von diesen ist allein von Erheblichkeit das Pflanzeneiweiß oder Albumin, welches sich durch Erhitzung der abgegossenen Flüssigkeit bis zum Kochen gerinnend abscheiden läßt (Seite 566). In ihrer chemischen Mischung stimmen Albumin und Kleber gänzlich überein (Seite 567), so daß für beide und für alle ihnen isomere Substanzen, die Proteinsubstanzen, die Formel $C^{40}\ H^{62}\ O^{12}\ N^{10}$ (S, P) den Ausdruck gibt. Die Menge dieser stickstoffhaltigen, zugleich auf eine noch nicht genügend ermittelte Weise Schwefel und Phosphor enthaltenden Substanzen ist in den Getreidekörnern im Vergleich mit anderen Pflanzenorganen außerordentlich groß, und nicht allein ist ein solches Verhältniß allen Pflanzentheilen, welche als hauptsächlich nährende betrachtet werden, gemeinsam, sondern es steht dasselbe im vollständigsten Einklange mit dem Grade der Nahrhaftigkeit, welchen dieselben besitzen. Der Reiß, welchen man durch Schrotung von seiner Frucht- und Samenschale gänzlich befreit zu uns in den Handel bringt, enthält nur 3½ Procente seines Gewichtes an Proteinsubstanzen, die Gerste 6 Procente, Kartoffelknollen 7 bis 8 Procente, Erbsen 14 Procente, Weizen 20 bis 24 Procente, Bohnen 22 und Linsen gar 36 Procente. Diese Bestandtheile der Nahrung können im thierischen Körper unmittelbar in das Blut übergehen und zur Bildung von Fleisch, Eiweiß u. s. w. dienen. Im Safte der Zellen von Kräutern und Gräsern sind nur sehr geringe Procente derselben enthalten, und es ist daher zu erklären, weßhalb die grasfressenden Thiere so ungeheurer Futterquantitäten bedürfen (S. 397).

Um sich von dem Gehalte der Proteinsubstanzen an Stickstoff und Schwefel zu überzeugen, genügt ein sehr einfacher Versuch. Man übergießt Mehl (besonders Schwarzmehl) oder reinen Kleberstoff, Albumin u. s. w. in einer Flasche mit Wasser. Es beginnt bald die Fäulniß (Seite 564), d. h. die Zersetzung der Mischung der Proteinsubstanz. Ein aashafter, an faule Eier erinnernder Duft entsteigt der Flüssigkeit, und ein in den Flaschenhals gehängtes Stück Bleipapier wird schwarz. Der üble Duft rührt her von Schwefelwasserstoffgas, und die Schwärzung (das Anlaufen) des Bleies von der Bildung von Schwefelblei. Aus derselben Ursache läuft ein längere Zeit in Mehl- oder Erbsenbrei steckender Silberlöffel, durch Bildung von Schwefelsilber, schwärzlich an. Gießt man zu der Flüssigkeit auf der Proteinsubstanz einige Tropfen Kalkwasser oder Kali, so befreit sich aus derselben flüchtiges Ammoniak (NH^3), als Beweis des Stickstoffgehaltes.

Phosphor und Schwefel sind in den Grasfrüchten auch außerhalb der Proteinsubstanzen vorhanden, und zwar als Phosphorsäure und Schwefelsäure mit verschiedenen Alkalien und alkalischen Erden verbunden. Die Alkalien und alkalischen Erden scheinen sich in diesen Verbindungen theilweise ersetzen zu können, indem man um so mehr von dem einen dieser Oxyde vorfindet, je weniger von dem anderen vorhanden ist. So finden sich Kali, Natron, Kalkerde und Talkerde (Magnesia) theils mit Schwefelsäure, theils mit Phosphorsäure verbunden, sowie Eisenoxyd und Kieselsäure (Kieselerde). Es sind diese Stoffe die sogenannten „unorganischen" oder Aschenbestandtheile der Grasfrüchte. Leider ist es aber noch nicht ausgemitttelt, in welcher Weise dieselben in dem Samen selber enthalten sind, und in welchen

Beziehungen sie zu den übrigen, den „organischen“ Substanzen, und zu den chemischen Prozessen, deren Ergebniß diese sind, stehen mögen. Nur die Beständigkeit, mit welchen sie in den Grasfrüchten angetroffen werden, gibt uns die Ueberzeugung, daß sie nicht bloß zufällige Beimengungen der aufgenommenen Nahrungsfeuchtigkeit sind. Obendrein aber ist die Quantität derselben in den verschiedenen Organen einer Pflanzenart oft beträchtlich verschieden. Während z. B. in den Blättern der Gräser Kieselerde in großer Menge, phosphorsaure Magnesia dagegen in sehr geringer Menge vorkommt, ist es bei den Früchten auffallend, diese letztere, nebst Kali und Natron, als in hohem Grade vorherrschenden Aschenbestandtheil zu finden, während Kieselerde bei den spelzenfreien Früchten gänzlich fehlt. Die Asche von Weizenstroh enthält in 100 Theilen etwa 11,5 Theile phosphorsaurer Salze, die von Weizenkörnern dagegen 76,3 Theile.

In 100 Theilen Asche von sind enthalten:	Heu	Gerstenkörnern mit den angewachsenen Spelzen	Weizenkörnern
Kieselerde . .	50,0	22,5	—
Eisenoxyd . .	00,3	02,0	01,2
Kalkerde . . .	14,0	03,3	02,0
Schwefelsäure .	07,2	00,4	00,2
Kali und Natron	26,3	20,7	37,0
Magnesia . . .	01,7	10,5	09,6
Phosphorsäure .	00,5	40,6	50,0
	100,0	100,0	100,0

In Betreff der unorganischen Bestandtheile der Pflanzen ist überhaupt noch sehr Vieles zu erforschen, indem das, was man bislang darüber ergründet hat, noch sehr unbedeutend ist. Die Beziehungen zum Pflanzenleben, in welchen diese Stoffe stehen, sind bislang noch ganz unaufgeklärt. Immerhin ist schon viel damit gewonnen, daß man weiß, wie in einzelnen Pflanzengattungen und in einzelnen Organen von solchen bestimmte unorganische Bestandtheile so beständig vorherrschen, daß man einen gewissen innigen Zusammenhang zwischen den chemischen Prozessen, auf welchen die Vegetation dieser Pflanzen beruht, und den in ihnen enthaltenen unorganischen Bestandtheilen annehmen darf. Besonders muß es einleuchten, daß die in den Samen und deren nächster Umgebung angesammelten Substanzen als wichtig und wesentlich betrachtet werden dürfen, da in diesen Organen Alles enthalten sein muß, was dem Embryo zu seiner Keimung dient. Um so entschiedener aber wird die Wichtigkeit der Samenbestandtheile hevortreten, wenn wir sehen, daß bei der Keimung alle diese Bestandtheile von dem Embryo wirklich vollständig verbraucht werden.

Die Zellen der Grasfrüchte befinden sich in einem Zustande völliger Austrocknung. Nur von dem sehr geringen Embryo gilt dieses in minderem Grade. Die Zellen dieses kleinen Körpers sind mit Spuren von Feuchtigkeit, besonders auch von fettem Oele, gefüllt.

Ein gewisser Temperaturgrad ist erforderlich, damit die Keimung des Samens vor sich gehen kann. Man kennt kaum einige Pflanzen, deren Samen bei einer Temperatur unter 4° R. zum Keimen gelangen, wie z. B. die des Hühner-

schwarms oder Vogelmierenpflänzchens (Alsine media) und des Kreuzkrautes (Senecio vulgaris), welche auch mitten im Winter blühend getroffen werden. Alle Grassamen können, wie dieses bei vielen Samen stattfindet, in verschiedenen Temperaturen zur Keimung gelangen, wenn dieselben über 4° R. betragen. Jedoch in Feuchtigkeit über 40° R. erstirbt bei den Getreiden die Keimfähigkeit völlig — ein Umstand, welcher den Anbau desselben in der heißen Zone unmöglich macht, da hier der feuchte Boden häufig von den glühenden Strahlen der Sonne zu einem höheren Grade erhitzt wird. Trockene Hitze von 60° tödtet die Keimfähigkeit noch keineswegs, ebenso wenig wie trockene Kälte von 40° R. Innerhalb der Grenzen von 4° bis 30° R. geht die Keimung, bei übrigens gleichen Bedingungen, um so rascher von Statten, je höher die Temperatur steigt. In den nördlichen Gegenden Europa's, wie z. B. in Norwegen und Schweden, bedürfen die Getreide daher längerer Zeit zur Keimung, als in den südlicheren, in den Sommermonaten kürzerer Zeit, als in den ersten Frühlingsmonaten. Bei 20° bis 28° R. keimen Gerste und Weizen binnen zwölf Stunden. Bei anderen Pflanzen herrschen in dieser Beziehung andere Grenzen, übrigens aber ähnliche Verhältnisse. Bei einigen ist die Keimfähigkeit durch einen sehr hohen Temperaturgrad bedingt, und solche gedeihen daher nur in der heißen Zone, bei andern darf die Temperatur nur einen sehr geringen Grad erreichen, so daß die Samen nur im Frühlinge oder im Herbste gemäßigter Länder zu keimen vermögen. Jedenfalls eignen sich die Getreide vermöge der weiten Temperaturgrenzen ihrer Keimfähigkeit außerordentlich zur Cultur in verschiedenen Jahreszeiten sowohl, als in verschiedenen Klimaten.

Zur Keimung ist erforderlich Wasser, sei es tropfbares oder dunstförmiges. Daher kann man Samen in sehr feuchter Luft, oder wenn man sie mit Wasser befeuchtet und feucht hält, oder wenn man sie in feuchtes Werg hüllt, oder aber, wenn man sie dem feuchten Erdboden anvertraut, zur Keimung bringen. Auf der Oberfläche des Bodens fehlt den Samen die nöthige Feuchtigkeit, wenn nicht andauernder Regen stattfindet; nur wenn der Samen unter Moosen, Gräsern oder Kräutern nach stattgefundener Befeuchtung durch Regen und Thau gegen Abtrocknung gesichert ist, gelangt er zur Keimung, und dieser Umstand findet bei den Samen der wildwachsenden Pflanzen meistens statt. Wird dagegen, wie dieses beim Ackerbau geschieht, der Same unter die Oberfläche der Erde gebracht und so vor Abtrocknung geschützt, so wird dadurch die Keimung gesichert und begünstigt, je vollständiger, desto besser. So keimen Getreidekörner, 1, 2, 3 Zoll tief in den Boden gelegt, mit jedem Zoll größerer Tiefe um so kräftiger. Da der Feuchtigkeitszustand der Atmosphäre und des Bodens im Frühlinge und Herbste weit beträchtlicher ist, als im Sommer, so sind jene Jahreszeiten der Keimung vorzugsweise günstig. In hohem Grade wird die Keimung unterstützt durch Einweichung (Einquellung) der Samen vor der Aussaat.

Zur Keimung ist ferner erforderlich der Sauerstoff der atmosphärischen Luft. Daß gerade dieser Gemengtheil der Atmosphäre und nicht ein anderer erfordert werde, geht daraus hervor, daß die Samen auch unter einer Glasglocke, welche man mit reinem Sauerstoffgase gefüllt hat, zur Keimung gelangen, während solches in reiner Kohlensäure, in Stickstoffgas, in Wasserstoffgas nicht geschieht. Ausschluß von Sauerstoff hindert die Keimung gänzlich. Daher kann Samen nicht keimen,

wenn derselbe zu tief in den Boden gelegt worden ist. Während die Getreidekörner durch größere Sicherung ihrer Feuchtigkeit mit zunehmender Tiefe bis zu 3 Zollen um so kräftiger keimten, da bis zu dieser Tiefe der Sauerstoff zu ihnen dringen konnte, so keimen sie dagegen, über 4 Zoll tief gelegt, immer kümmerlicher, und bei 8 Zollen Tiefe gar nicht mehr; ja selbst die bei 7 Zollen gekeimten Körner brachten Pflanzen, welche bei angestelltem Versuche ohne Aehren blieben, also offenbar von vorn herein verkümmert waren. Natürlich wird die günstigste Tiefe sehr verschieden sein, theils nach der Lockerheit des Erdbodens, welcher somit der Atmosphäre mehr oder minder tief einzudringen gestattet, theils nach dem Feuchtigkeitszustande der Jahreszeit und der Lage des Ackers. In trockenen Gruben, mit Erde bedeckt, läßt sich das Getreide außerordentlich sicher aufbewahren, ohne zu keimen und zugleich ohne seine Keimfähigkeit einzubüßen. Man bewahrt in Frankreich und in Marokko das Saatkorn auf diese Weise in den „germoirs" und „Matamoren." Wird dagegen der Same dem Einflusse von Feuchtigkeit ausgesetzt bei völligem Ausschlusse des Sauerstoffes, wie dieses in sehr feuchtem Boden in einer Tiefe von wenigen Zollen schon geschieht, so gehen die Bestandtheile desselben in Fäulniß über.

Licht ist zur Keimung nicht völlig entbehrlich, doch wirkt der zu starke Einfluß desselben verändernd auf den Gang der Keimung ein. Eine leichte Bedeckung mit Erdreich, oder in der wilden Natur die Beschattung von Moos und Rasen schützt den Samen gegen den zu starken Einfluß desselben. Völliger Mangel des Lichtes begünstigt zwar den ersten Akt der Keimung, verhindert dagegen den zweiten. Bei einem Versuche mit je 36 möglichst gleich ausgesuchten gesunden Gerstenkörnern, welche man einestheils in einem mit Glas bedeckten, anderntheils in einem mit einem Zinkdeckel bedeckten Kasten in feuchtem Sande keimen ließ, hatten nach zwei Tagen (im Augustmonate) im ersten nur zwölf Körner ein 1/4 Zoll langes Würzelchen, während im zweiten alle Körner so weit gediehen waren und zwei derselben schon zwei weitere Würzelchen zeigten. Nach abermals zweien Tagen hatte von den Körnern im ersten Kasten noch keines einen Blattkeim, im zweiten dagegen schon alle.

Die Keimung besteht darin, daß die im Endosperm enthaltenen Substanzen in einen in Wasser löslichen Zustand übergehen und, in Wasser aufgelöst, von den Zellen des Embryo aufgesogen werden, und daß die Zellen des Embryo an bestimmten Punkten mit Hülfe der aufgenommenen Nahrung sich vermehren, bis daß einestheils Organe zur Aufnahme hinreichender Nahrungsfeuchtigkeit aus dem Boden — die Wurzeln — anderntheils Organe zur Verdunstung — die ersten Blätter — gebildet worden sind. Sobald das erste Blattspitzchen grünt, ist der Prozeß der Keimung vollbracht.

Während des ersten Aktes der Keimung, welcher mit der Durchdringung des Samens mit Wasser und dadurch bewirkter Aufweichung und theilweiser Lösung der denselben bildenden Substanzen beginnt, verwandelt sich das in den Zellen des Endosperms befindliche Stärkemehl in die wasserlöslichen isomeren Substanzen Zucker und Dextrin. Die Aufnahme von Wasser ist sehr beträchtlich. Weizen nimmt 25 Procente, Hafer 31 und Roggen sogar 37 Procente seines Gewichtes an Wasser auf; jedoch stehen die Getreidesamen in dieser Beziehung vielen andern

Pflanzen bedeutend nach. Die erfolgenden Auflösungen beginnen in der Umgebung des Embryo. Dieser selbst verhält sich in Bezug auf Ernährung und Verarbeitung der aufgenommenen Nahrungsstoffe ganz wie die Blüthentheile und wie die Pilze und Schmarotzergewächse. Denn er nimmt Sauerstoff aus der Atmosphäre auf und vereinigt denselben mit Kohlenstoff zu Kohlensäure. Der Kohlenstoff wird dabei aus den Verbindungen geschieden, in welchen derselbe enthalten war, sowohl aus den stickstofffreien, als auch aus den stickstoffhaltigen. Besonders ist es ein beträchtlicher Theil des Stärkemehles und der Gallerte der Zellenwandungen, auf dessen Kosten die Bildung von Kohlensäure erfolgt. Sauerstoff und Wasserstoff treten dabei zu Wasser zusammen. Die fetten Oele bedürfen einer um so größeren Menge von Sauerstoff, als beim Austritte des Kohlenstoffes aus ihrer sauerstoffarmen Mischung der vorhandene Wasserstoff eine gewisse Menge von Sauerstoff außer dem in der Mischung anwesenden erfordert, um mit demselben Wasser bilden zu können. Zu gleicher Zeit, während dieser Oxydation, geht die völlige Umwandlung des Stärkemehles in Krümel- oder Traubenzucker und Dextrin, und die völlige Verflüssigung der Endospermzellen vor sich, so daß zuletzt nur die Frucht- und Samenschale des Kornes zurückbleibt. Jene lösbaren Substanzen werden aber, ebenso wie die Proteinsubstanzen, sowie die Umwandlung und Auflösung weiter vorschreitet, allmählig vom Embryo aufgesogen. In demselben werden sie sämmtlich neuen Umbildungen unterworfen. Zwar bilden sich neue stickstofffreie und stickstoffhaltige Substanzen, allein diese sind von den aufgenommenen verschieden. Denn die Zellen, welche der Embryo erzeugt, bestehen aus Cellulose, und die Proteinsubstanzen bilden theils die innere Auskleidung der Zellenwandungen, theils bleiben dieselben im Zellensafte aufgelöst, aber ihre Umwandlung ist wesentlich bei den Prozessen der Zellenvermehrung betheiligt, und es entweichen sogar Ammoniakverbindungen, als sichere Beweise, daß auch die stickstoffhaltigen Substanzen den chemischen Veränderungen unterworfen sind, welche in dem Keimlinge vor sich gehen. Wir sehen von diesen Zersetzungen nur die Endresultate und können nur ahnen, welche Mannigfaltigkeit von Stoffumwandlungen zwischen den Substanzen des Samens und denen des Keimpflänzchens die Vermittlung bilden mögen. Eine eigenthümliche stickstoffhaltige Verbindung scheint sogar die Vermittlerin der beiden isomeren Substanzen: des Stärkemehles und des Zuckers zu sein. Wenigstens hat man in keimender Gerste — und ebenso bei der Keimung der Kartoffeln, welche freilich nicht eigentliche Samen sind — eine solche Substanz gefunden, die Diastase, welche auf Kosten des Stärkemehls Dextrin und Zucker zu bilden scheint, indem bei ihrer Anwesenheit diese Substanzen in dem nämlichen Grade zunehmen, in welchem die Stärkmehlkörnchen von Außen her sich auflösen und mehr und mehr bis zu endlichem Verschwinden verkleinern, bis endlich die Diastase ebenfalls sich selber wieder in Zucker verwandelt. Ja, diese Diastase, einmal gebildet, übt auch, wenn man sie künstlich mit Stärkemehl in Berührung bringt, eine solche umwandelnde Wirkung auf dasselbe aus. Zwölf Theile Diastase erzeugen mit 100 Theilen Stärkemehles selbst bei 0° R. (der Temperatur des schmelzenden Eises) elf Theile Zuckers. Bei 20° R. dagegen bringen sie 77 Theile Zuckers hervor; bei 70° bis 80° R. aber ist die Diastase im Stande, das 5000fache ihres eigenen Gewichtes an Stärkemehl in Zucker und

Dextrin zu verwandeln. Die Diastase ist selber dem Albumin, dem Kleber und den übrigen Proteinsubstanzen isomer und unterscheidet sich von ersterem nur dadurch, daß sie durch Siedhitze nicht zur Gerinnung gebracht wird. War es gleich, da man diese Substanz noch in keiner andern Getreidegattung, noch auch in andern Pflanzensamen zu entdecken vermochte, unbegründet, die Diastase als die Lösung des ganzen Räthsels der bei der Keimung vor sich gehenden Umwandlungen zu betrachten, obendrein, da die Diastase selbst sich in der keimenden Gerste erst durch die Keimung bildet, so ist es gleichwohl wahrscheinlich, daß ähnliche Uebergangsmischungen die ihren Endresultaten nach uns bekannten Umwandlungen vermitteln, während sie selber vielleicht so rasch nach ihrer Bildung die weitere Umbildung erleiden, daß sie nie in einer der Entdeckung zugänglichen Menge sich ansammeln. Einstweilen müssen wir uns begnügen mit den Thatsachen, daß bei der Keimung einerseits Stärkemehl verschwinde, andererseits Zucker und Dextrin gebildet werde, und daß bei den weiteren Umwandlungen der vom Embryo aufgenommenen löslichen Substanzen Kohlensäure gebildet wird. Die Anwesenheit des Zuckers erprobt man in keimendem Getreide sehr leicht durch den Geschmack. Auch ist es eben der Zuckergehalt, durch welchen das keimende Getreide tauglich ist, zur Darstellung von Alkohol benutzt zu werden (Seite 565), wie dieses bei der Bier- und Branntweinbereitung geschieht. Man läßt zu diesem Zwecke das Getreide sogar massenweise künstlich zur Keimung kommen, wobei man sich bestrebt, die Umstände so einzurichten, daß eine möglichst große Menge von Dextrin und Traubenzucker (auch wohl Stärkezucker genannt) verwandelt und zu richtiger Zeit, nämlich vor weiterer Verwendung im Embryo, gewonnen werde. Da nun die Keimung im Dunkeln nach oben angeführten Versuchen sehr rasch vor sich geht und besonders auch die Bildung eines Blattkeimes sehr bald erfolgt, so wird auf diese Weise der gebildete Zucker sehr rasch wieder verbraucht. Ebenso ist ein höherer Temperaturgrad zur Beschleunigung der Keimung wirksam. Man läßt daher das Getreide bei niedriger Temperatur im Frühling oder Herbst auf luftigen, hellen Speicher- oder Estrichräumen keimen, indem man dasselbe feucht hält. Sobald dann die Keimung den günstigsten Grad erreicht hat, eilt man, durch eine ausdörrende Erhitzung die Keimung zu unterbrechen und die Keimlinge zu ertödten. Das so durch die Darre gegen weitere Umwandlung gesicherte zuckerhaltige Getreide nennt man Malz, und dieses wird dann ausgekocht und die Abkochung mit ihrem Gehalte an Zucker, Dextrin und Proteinsubstanzen der Gährung (Seite 564) überlassen. Die Bildung von Kohlensäure durch Aufnahme von Sauerstoff ist durch einen Versuch leicht zu erweisen, wenn man Getreidekörner in einem Gefäße mit reinem Sauerstoffgase keimen läßt. Auch hier wird bei dieser Oxydation (Verbrennung, Seite 9) Wärme entwickelt, welche freilich bei einem einzelnen Körnchen zu unbeträchtlich ist, um unseren Sinnen unmittelbar wahrnehmbar, noch auch durch unsere Instrumente nachweisbar zu sein. Allein bei der Keimung größerer Getreidemassen ist die Wärmeentwicklung so beträchtlich, daß man bei der Malzbereitung sich genöthigt sieht, die Masse fortwährend umzuschaufeln, um dieselbe sich möglichst abkühlen zu lassen, damit nicht eine allzu starke Erhitzung eintrete.

Die Bildung der Wurzeln des Embryo und der ersten Blattkeime desselben geschieht einzig und allein auf Kosten der Samenbestandtheile. Es wird keine

Nahrung, außer dem Wasser, aus einer andern Quelle aufgenommen. Theils läßt sich dieses durch die unmittelbare Anschauung erweisen; denn die Keimung vollendet sich vollkommen beim Mangel jeglichen anderen Stoffes, als Wasser und Luft, z. B. auf einem Glasteller, auch in dem reinsten feuchten Kiessande. Sicherer aber ergibt es sich durch Wägung. Trotz der auffallenden Größe der Würzelchen und Blattkeime des Keimpflänzchens ist nämlich nach Vollendung des Keimens das Gewicht desselben nicht allein nicht beträchtlicher, als zuvor das Gewicht des Kornes war, sondern wenn man das in demselben enthaltene Wasser in Abrechnung bringt, so ergibt sich sogar eine bedeutende Abnahme, welche dem durch die Kohlensäurebildung erlittenen Verluste an Kohlenstoff entspricht. Hundert Weizenkörner wogen lufttrocken 4,323 Grammen, die durch achtzehntägige Keimung aus denselben erhaltenen Keimpflanzen mit sammt den noch übrig gebliebenen Frucht- und Samenschalen, ebenfalls lufttrocken gemacht, wogen nur noch 3,351 Grammen, und es ergibt sich somit ein Verlust von 23 Procenten des Körnergewichtes. Dieser Verlust ist aber einzig auf die Entweichung organischer Bestandtheile zu schreiben, denn die Pflänzchen enthalten noch ganz die nämliche Quantität von Aschenbestandtheilen, wie zuvor, und sind somit im Verhältnisse zu den organischen Substanzen jetzt in reichlicherer Menge vorhanden, als in den Samen.

Die Beschleunigung der Zellenvermehrung bei der Keimung im Dunkeln entspricht vollkommen dem Bedürfnisse der Keimpflanze. Dieselbe erreicht bald den Zustand, in welchem sie neuer Nahrungsstoffe nicht entbehren kann, welche doch von dem Inhalte des Samens nicht dargeboten werden. Bis zum Eintritte dieses Zustandes muß die im Boden verborgene Keimpflanze das Tageslicht erreicht haben, da ohne dieses die chemischen Prozesse in den jungen Blättern nicht erfolgen können, auf welchen die Befähigung des Pflänzchens zur Assimilation unorganischer Mischungen beruht. Wir sehen also aus der Lage des Pflänzchens mit Nothwendigkeit Erscheinungen hervorgehen, durch welche dasselbe sich rechtzeitig aus dieser Lage befreit. Es ist dieses ein interessantes Beispiel des Nothwendigkeitszusammenhanges in der Natur. Kehren wir zu dem oben erwähnten Versuche zurück, bei welchem je 36 Gerstenkörner im Dunkeln und unter dem Einflusse des Lichtes zur Keimung gebracht wurden. War anfänglich das ausgezeichnetere Gedeihen offenbar bei ersteren, so änderte sich dieses Verhältniß bald gar sehr. Am siebenten Tage hatten von den im Lichte gekeimten Pflänzchen sieben noch gar keinen Blattkeim, bei sieben andern war ein solcher vorhanden, aber unter 1 Zoll, bei den übrigen zweiundzwanzigen war es 1,5 bis 3,5 Zoll lang. Bei allen aber zeichnete derselbe sich aus durch eine lebhaft grüne Färbung, und alle diese Pflänzchen wogen zusammen, nach Austrocknung bis 80° R., 1,589 Gramme. Die im Dunkeln gekeimten Pflänzchen hatten sich möglichst gestreckt, um das Licht zu erreichen, fünfundzwanzig derselben hatten über 3 Zoll lange Blattkeime, acht andere 0,6 bis 1 Zoll lange, drei dagegen waren ganz abgestorben, selbst das Würzelchen wieder verschwunden. Alle diese Pflänzchen waren bleich oder gelb, auch wogen dieselben kaum den dritten Theil der am Lichte entwickelten, nämlich nur 0,564 Gramme.

Sobald nämlich die Keimpflanze einen gewissen Grad der Entwicklung erreicht hat, beginnt dieselbe durch Endosmose ihrer Wurzeln Wasser, welches Kohlensäure und Ammoniak enthält, aus dem Boden aufzunehmen. Diese Nahrung

muß verarbeitet werden. Von Zelle zu Zelle sich mittheilend und neue Mischungen veranlassend, muß dieselbe in den Blättern, unter dem Einflusse des Lichtes, Sauerstoff abscheiden und kohlenstoffreichere Verbindungen bilden. Das sichtbare Zeichen des Eintrittes eines solchen, dem früheren entgegengesetzten Lebensprozesses, ist die Bildung des grünen Chlorophylls. Zugleich mit dem Wasser nimmt die Pflanze auch die ihr nöthigen unorganischen Bestandtheile auf, ohne welche sie ebenfalls nicht gedeihen kann. Ein Pflänzchen, welchem entweder das Licht, oder aber die nöthigen Nahrungsstoffe fehlen, muß unentwickelt wieder verderben. Die nöthigen Nahrungsstoffe findet es fast überall — wo Wasser nicht fehlt, da fehlen auch Kohlensäure und Ammoniak nicht, und die unorganischen Bestandtheile sind theils mehr oder weniger in jedem Boden vorhanden, theils können sie, im Falle des Mangels, theilweise oder ganz durch andere stellvertretende (sogenannte vikariirende) Substanzen ersetzt werden. Immerhin hangt das Gedeihen einer Pflanze wesentlich von der Reichlichkeit ab, mit welcher derselben die erforderlichen Stoffe und besonders die vorzugsweise begünstigenden Bodenbestandtheile dargeboten werden.

Der Boden, welchen wir beackern, sei derselbe nun durch Anschwemmungen des Wassers herbeigeführt, oder sei derselbe an Ort und Stelle durch allmählige Verwitterung fester Felsschichten entstanden (Seite 20 u. ff.), besteht aus den mehr oder minder in ihren Mengenverhältnissen veränderten Bestandtheilen der verschiedensten Mineralien, von welchen bald die einen, bald die andern vorherrschen. Da nun die Mineralien, welche die Felsmassen einer Formation entweder der Hauptsache nach ausmachen, oder aber in geringerer oder größerer Menge denselben beigemengt sind, außerordentlich mannigfaltig zu sein pflegen, so folgt schon daraus, daß die Bestandtheile eines Bodens meistens sehr mannigfaltig sein können. Dazu kommt nun, daß oft Verwitterungsmassen der verschiedensten Felsarten einer Gegend zur Bildung des Ackerbodens beigetragen haben, indem solcher von allen Seiten durch Gewässer zusammengeschwemmt wurde. Aber selbst als Verwitterungsprodukt einer und derselben ganz gleichartigen Felsmasse kann der Boden noch die größte Verschiedenheit zeigen, indem mit der Verwitterung stets eine gewisse Auslaugung des Bodens durch das eindringende Regenwasser verbunden ist, welche also, je weiter die Verwitterung vorgeschritten ist, um so mehr die Quantitätsverhältnisse der löslicheren Substanzen gegenüber den minder löslichen verringern muß. So liefert Kalkfelsen, welcher fast stets mehr oder weniger Talkerde und Thon beigemengt enthält, zwar anfänglich einen sehr kalkreichen Boden, in welchen jedoch, da die Verwitterung desselben eben in einer Auflösung des kohlensauren Kalkes durch das schwach kohlensäurehaltige Regenwasser besteht (Seite 23), die minder lösliche kohlensaure Talkerde, nebst dem Thone, von vorn herein in größerem Verhältnisse vorhanden ist, als in dem unverwitterten Felsen. Allmählig aber wird dieser Boden mehr und mehr seines Kalkgehaltes beraubt und gänzlich in einen talkerdehaltigen Thonboden verwandelt; ja, nachdem die Kalkerde gänzlich ausgelaugt ist, kommt auch die Talkerde zur Auflösung, und so bleibt denn endlich ein reiner Thonboden zurück. — Ein anderes Beispiel liefert der Granit, eine Felsart, welche aus Quarz, Glimmer und Feldspath in unendlich buntem Gemenge besteht. Der Quarz ist reine Kiesel-

erde; der Glimmer kieselsaure Talkerde und kieselsaures Kali, verbunden mit kieselsaurem Eisenoxyd und kieselsaurer Thonerde; der Feldspath ebenfalls kieselsaures Kali oder Natron, mit kieselsaurer Thonerde verbunden. Verwitternd wird der Quarz fast gar nicht angegriffen, sondern derselbe zerfällt nur durch die Verwitterung der übrigen Gemengtheile mechanisch in ein Haufwerk gröberer oder kleinerer Quarzkörner. Glimmer und Feldspath dagegen zersetzen sich allmählig, indem mehr oder weniger von den kieselsauren Alkalien und der alkalischen Talkerde im Bodenwasser aufgelöst werden, und so kieselsaure Thonerde (Thon) immer mehr und mehr vorherrschend wird, so daß endlich, je nach der größeren oder geringeren Menge des vorhandenen Quarzes, ein mehr oder minder sandiger Thonboden entsteht. Da aber kaum eine einzige bekannte Mineralsubstanz nicht irgend einmal im Granite angetroffen worden ist, so kann der aus der Verwitterung des Granites entstandene Boden von allen solche Ueberreste enthalten und daher die mannigfaltigsten Stoffe den Pflanzen darbieten. Aber erinnern wir uns nur an die ursprüngliche Entstehung der Bodenschichten aus Ablagerungen der Gewässer, besonders des Meeres, und an die große Menge von Substanzen, welche man in verschiedenen Gewässern bereits aufgelöst entdeckt hat, und welche die Gewässer einerseits aus dem Boden, in welchem die Quellen sich bildeten, ausgelaugt haben, andererseits aber in den von ihnen abgelagerten Bodenschichten auch wieder zurücklassen können (Seite 24). Wir werden sodann begreifen, welch eine Menge von Stoffen in allen Bodenarten vorhanden sein können, und wie allgemein die Natur, wenige kleinere Lokalitäten ausgenommen, in einem gewissen Grade dafür gesorgt hat, daß die Samen der Pflanzen überall die zu ihrer Entwicklung nöthigen Stoffe vorfinden.

Kennen wir die Beschaffenheit der Felsarten, aus deren Verwitterung ein gewisser Boden entstanden ist — und diese Kenntniß verschafft man sich oft durch Untersuchung der größeren oder kleineren Bruchstücke, welche man noch erkennbar im Boden vorfindet — so können wir darnach zwar über die Hauptbestandtheile des Bodens eine ziemlich sichere Vermuthung aufstellen, bei Weitem aber nicht über alle Bestandtheile. Und selbst wenn wir alle Bestandtheile eines Bodens kennen, so genügt dieses nicht zu seiner Beurtheilung. Zunächst kommt sehr viel darauf an, in welchem Grade die Verwitterung der Mineralien bereits stattgefunden hat. Nicht nur liefert ein völlig feinkörnig zerfallenes Mineralgemenge dem Bodenwasser eine größere Menge von Auflösungsstoffen, indem die Wirkung des Wassers mit der Zerkleinerung sich mehren muß, sondern es können sich die Mineralien auch in einem sehr verschiedenen Grade der Lösungsfähigkeit befinden, oder, wie man sich auszudrücken pflegt, mehr oder weniger „aufgeschlossen" sein. In dieser Beziehung unterscheiden sich besonders auch die jüngeren Formationen von älteren. Es ist Thatsache, daß die Thon- und Mergelschichten des über dem Muschelkalke lagernden Keupers der Triasformation sich in Bezug auf Pflanzenwachsthum bedeutend anders verhalten, als die von ihnen nur durch die Lagerung unter dem Muschelkalke unterscheidbaren Thon- und Mergelschichten der Schichtengruppe des bunten Sandsteins. Tertiäre Bodenschichten und noch mehr die quaternären sind diejenigen, welche die fruchtbarsten Landschaften der Erde bilden; denn sie enthalten im Allgemeinen die Mineralsubstanzen im aufgeschlossensten Zustande.

Von großer Wichtigkeit für das Wachsthum der Pflanzen ist das Verhältniß,

in welchem organische Substanzen, d. h. Ueberreste von Thieren und Pflanzen, dem Boden beigemengt sind, denn diese liefern durch ihre Fäulniß die reichlichsten Mengen von Kohlensäure und Ammoniak, den allgemeinsten Nahrungsstoffen der Pflanzen. Es rührt daher die überraschende Fruchtbarkeit der neu dem Meere abgewonnenen Küstenstriche (Polder) unserer Marschländer. Denn Seepflanzen und die unendliche Menge der Seethiere, von den Milliarden der Infusorien und Mollusken bis zu den Fischen, liefern durch ihre Exkremente wie durch ihre Leichen ein unerschöpfliches Material, mit welchem die Ablagerungen des Meeresgrundes sich zum fruchtbarsten Schlamme vermengen. Es ist ähnlich bei den Bodenstrecken, welche man durch Entwässerung von Seeen und Teichen gewinnt. In den Bodenschichten älterer Formationen sind organische Substanzen selten in so reichlichem Vorrathe vorhanden, indem solche durch die fortwährende Fäulniß im Laufe der Zeiten mehr und mehr abnehmen mußten; besonders die so sehr zur Fäulniß geneigten stickstoffhaltigen Substanzen erschöpften sich im Laufe der Zeiten, während die stickstofffreien allmähliger ihrer Auflösung entgegengehen und manche Schichten der ältesten Formationen durch Kohlenwasserstoffverbindungen (Bitume) schwarz färben und wohl gar brennbar machen (Brandschiefer). Ja, gar nicht selten entsteigt Muschelschalen, welche in alten Bodenschichten als Versteinerungen gefunden werden, bei Behandlung mit Kali noch ein übler ammoniakalischer Duft. — Manche Bestandtheile des Bodens sind nicht sowohl durch ihren eigenen Stoff, als vielmehr dadurch wichtig, daß sie gewisse andere Substanzen entweder in auflösliche Verbindungen überführen, oder solche durch eingegangene Verbindungen zurückhalten. Die stickstofffreien organischen Substanzen, welche nicht so vielen Sauerstoff besitzen, um allen vorhandenen Wasserstoff in Wasser zu oxydiren, ziehen theilweise Stickstoff aus der Atmosphäre an sich und veranlassen auf diese Weise die Bildung von Ammoniak. Manche Vermoderungsprodukte, wie die Humussäure und die Quellsäure, bilden mit dem Ammoniak ebenso, wie die Kohlensäure, Verbindungen, welche in Wasser löslich und somit den Pflanzen zugänglich sind. Auch die Thonerde und das Eisenoxyd haben die Eigenschaft, das Ammoniak der Atmosphäre an sich zu fesseln, bis ihnen dasselbe durch andere Stoffe wieder entzogen und in löslichem Zustande den Pflanzen zugeführt wird.

Der Zustand des Bodens, auch abgesehen von den Bestandtheilen, hat noch in der Beziehung eine große Wichtigkeit, daß derselbe dem Wasser und den Atmosphärilien überhaupt in höherem oder geringerem Grade den Zutritt verstattet. Besteht der Boden nur aus gröblich zerfallenen Mineralmassen, so pflegt derselbe sehr reich zu sein an Zwischenräumen, welche mit Luft erfüllt sind, und in welche das Wasser mit Schnelligkeit eindringt. In einem solchen Boden wird das Wasser, je nach der durchlässigeren oder undurchdringlicheren Beschaffenheit des Untergrundes, entweder schnell versinken, so daß einer plötzlichen übermäßigen Bewässerung eine eben so rasche Entwässerung folgt, welche dem Pflanzenwachsthume, besonders aber den Culturpflanzen, sehr nachtheilig ist — oder aber es bleibt das Wasser allzu reichlich angesammelt und erfolgt Sumpfbildung, welche wenigen Culturpflanzen, wie dem Reiß, erträglich ist, meistens dagegen die dem Vieh ungenießbaren Rohrschilfe und Halbgräser begünstigt. Besteht dagegen der Boden aus allzu staubartig feinen Mineraltheilchen, so lagern diese sich so innig aneinander,

daß sie nur sehr schwer durchfeuchtet werden, so daß nach einem Regen das Wasser über solchem Boden stehen bleibt, und wenn es endlich eingedrungen ist, so dehnt es den Boden aus, bildet mit demselben einen zähen Teig, und wenn dieser durch große Hitze das Wasser wieder verliert, so trocknet er zusammen, bekommt Risse und erhärtet zugleich wie ein Mörtel, so daß die Würzelchen der Pflanzen bloßgelegt, zerrissen und am Vordringen gehindert werden. — Für die erforderliche Feuchtigkeit des Bodens sind die durch Fäulniß thierischer und vegetabilischer Substanzen entstehenden Moderprodukte, welche man im Allgemeinen auch als Humusstoffe bezeichnet, von wichtigem Einflusse, indem dieselben nicht allein die Feuchtigkeit außerordentlich zurückhalten, sondern solche sogar aus der Luft an sich ziehen. — Eine gewisse Porosität, d. h. ein Vorhandensein unsichtbar feiner Zwischenräumchen zwischen den Massentheilchen des Bodens, ist von günstigstem Einflusse, indem durch dieselbe Gase verdichtet und angesammelt werden, wodurch der Pflanze theils die durch Fäulniß organischer Substanzen im Boden selbst, in welchen die atmosphärische Luft eindringt, entstandene Kohlensäure- und Ammoniakquantitäten vorräthig gehalten, theils auch solche aus der Luft selber aufgesammelt werden. — Endlich ist möglichste Auflockerung des Bodens für das Gedeihen der Pflanzen von außerordentlicher Wichtigkeit, weil durch dieses die allseitige, ungehemmte Ausbreitung der Wurzeln verstattet und somit der Bezugskreis der Nahrung für die Pflanze nach Erforderniß erweitert werden kann.

Aus allem Angeführten geht nun wohl klar genug hervor, daß eine Eintheilung des Bodens in Sandboden, Thonboden und Kalkboden, wie man solche zu machen pflegt, gar nichts Bestimmtes besagt. Sandboden kann bald der reinste unfruchtbarste Quarzsand sein, bald ein der höchsten Fruchtbarkeit fähiger äußerst gemengter Boden. Ueberhaupt sagt eine Benennung für die Beschaffenheit des Bodens nichts. Zur wirklichen Würdigung eines Bodens gehört die genaue Anschauung des mechanischen Zustandes seiner Gemengtheile, die Kenntniß der sämmtlichen in demselben befindlichen Elementarstoffe und der Verbindungen, in welchen sich diese befinden, qualitativ und quantitativ, sodann die Menge der in demselben vorhandenen organischen Materien, endlich die Kenntniß des Untergrundes und der Lage. Alle die althergebrachten Bezeichnungen unserer Landwirthe, von fettem Boden, magerem Boden, saurem Boden, mildem Boden u. s. w. sind nur eben so viele Beweise völligster Unwissenheit.

Ein Boden, in welchem sehr feine und kleinkörnige Mineralien mit einander möglichst gleichmäßig gemengt sind, welcher möglichst locker ist, möglichst mannigfaltige Elementarstoffe und diese in möglichst löslichen Verbindungen enthält, und möglichst reichliche Vorräthe faulender organischer Materien besitzt, dessen Lage eine dem Einflusse der Witterung, welche die Verwitterung begünstigt, somit dem Sonnenscheine und Regen, vollkommen ausgesetzte, nicht eine die Quellenbildung hervorrufende oder Verschwemmung veranlassende abschüssige ist, dessen Untergrund dem Wasser ein allmähliges, nicht zu plötzliches Einziehen verstattet — ein solcher Boden wird im Allgemeinen der beste sein, welchen es geben kann. Einen solchen Boden bezeichnet in der wilden Natur eine außerordentliche Mannigfaltigkeit der freiwillig auf demselben wachsenden Pflanzen, während andere Bodenarten, je entschiedener sie sich nach der einen oder anderen Seite von einander in ihren Eigenschaften entfernen,

um so entschiedener durch das fast ausschließliche Vorkommen einer einzigen Pflanzenart oder einiger weniger solcher, auf weiten Strecken kund geben.

Der Ackerbau hat nicht allein die Aufgabe, den Boden, wie die Natur ihn bietet, zu benutzen, sondern auch, denselben in ertragfähigem Stande zu halten, wenn er in solchem bereits angetroffen wird, oder aber ihn in solchen Stand zu bringen. Die mannigfaltigsten Bearbeitungen des Bodens zu seiner Auflockerung folgen sorgfältiger Bewässerung und Entwässerung. Wo das Material des Bodens zu grob und durchlässig ist, da bedarf es der Zerkleinerung oder der Vermengung mit feinerer teigbildender Erdmasse, besonders Thon, wo dasselbe dagegen zu fein und teigbildend ist, da muß dasselbe mit gröberem Materiale verbessert werden. Sand, Ziegelmehl (d. h. zerstampfte gebrannte Ziegelsteine), Bauschutt, Laub, Stroh, Kohlenklein (Abfälle von Holzkohlen oder Steinkohlen) dienen zu diesem Zwecke der Bodenbesserung, und Laub und Stroh tragen zu gleicher Zeit durch ihre Fäulniß zur Vermehrung der Pflanzennahrung bei, während Kohle zu diesem Zwecke insofern mitwirkt, als dieselbe vermöge ihrer Porosität fähig ist, Gase in sich zu sammeln.

Doch ist mit diesen Arbeiten zum erfolgreichen Betriebe des Ackerbaues noch keineswegs genug geschehen.

An unsere Aecker, welche wir Jahr aus Jahr ein mit immer denselben wenigen Gattungen von Pflanzen bestellen, und welche wir noch obendrein durch möglichste Begünstigung des Gedeihens dieser Pflanzen veranlassen, diesen möglichst viel von den Substanzen abzutreten, deren dieselben bedürfen, machen wir Ansprüche, welchen zu genügen zuletzt kein Boden im Stande sein würde.

Die Graspflänzchen, welche ihre Keimung vollendet haben, nehmen fortan alle Nahrung, deren sie bedürfen, aus dem Boden und aus der Atmosphäre auf. Diese Nahrung muß einestheils genügen, um Cellulose, Gummi, Dextrin und Zucker zu bilden, anderntheils, um Pflanzeneiweiß und andere Proteinsubstanzen und, mit Hülfe des Stärkemehles, Wachs und Chlorophyll zu erzeugen. Zugleich aber muß dieselbe eine Menge unorganischer Substanzen enthalten, sei es nun, daß diese nur als Einführungsmittel der organischen Substanzen dienen, oder daß sie in den Pflanzenzellen selbst die wichtigen Umsetzungen der Mischungen bewirken. Hundert Theile Heu liefern 6,82 Theile Asche; hundert Theile Stroh von Getreide liefern 4,02 Theile Asche. Die Aschenbestandtheile des Heues sind oben angeführt; die Asche des Strohes enthält ganz die nämlichen Bestandtheile, nur beträgt die Kieselerde hier sogar 63,89 Procente. Dieser Betrag an Kieselerde wird mit dem Heu und mit dem Stroh von Wiesen und Aeckern weggeführt. Es läßt sich daher sehr bald berechnen, wie oft von einer Bodenschicht von einer bestimmten Dicke, welche letztere der Länge der in das Erdreich eindringenden Wurzeln entsprechen muß, eine gewisse Quantität Heu oder Stroh geerntet werden kann, bis sich die in derselben Bodenschicht enthaltene Kieselerde gänzlich erschöpft. Von diesem Augenblicke an kann kein Grasgewächs auf demselben Boden mehr wachsen. Auch gibt es in der That Wiesen, welche allmählig mehr und mehr sich im Heuertrage verschlechtern, während Moos und andere Pflanzen, welche weniger Kieselerde bedürfen, überhand nehmen. Noch viel leichter aber werden sich andere Bestandtheile des Bodens erschöpfen, welche, wie die phosphorsaure Talkerde, im Allgemeinen

in viel geringerer Menge im Erdboden angetroffen werden, als die Kieselerde, ja, welche in manchen Bodenstrecken nur in sehr geringer Menge vorhanden sind.

Allerdings gibt es Gegenden, deren Boden sehr reichliche Vorräthe gerade derjenigen Mineralbestandtheile enthält, welche unsern wichtigsten Culturpflanzen nothwendig sind. Es ist aber unerläßlich, daß ein vernünftiger Landwirth sich davon überzeuge, daß die für eine „Frucht" erforderlichen Stoffe wirklich in genügender Menge vorhanden sind, bevor er mit der beabsichtigten Frucht seinen Acker bestellt. Hat aber der Acker im Laufe der Zeit durch wiederholte Ernten einen oder den andern der erforderlichen Bestandtheile in zu hohem Grade bereits eingebüßt, so sind besondere Mittel nöthig, den Acker wieder für dieselbe Frucht tauglich zu machen. Entweder, wenn der Boden noch nicht völlig an einem Bestandtheile erschöpft ist, und wenn nur die oberste Decke desselben eine zu große Armuth an diesem Bestandtheile verräth, oder derselbe zu wenig aufgeschlossen ist, so hilft die Umgrabung oder Aufwühlung mit Schaufel und Pflug. Denn durch dieses Verfahren wird die tiefere Masse des Bodens der oberen beigemengt und mit in Benutzung gezogen. Auch wird die Verwitterung der noch nicht aufgeschlossenen Mineralien befördert. Dieses geschieht theils gelegentlich bei der zu neuer Bestellung erforderlichen Auflockerung des Bodens, theils aber insbesondere durch die sogenannte Brache. Man läßt den Acker unbestellt, damit bei Einwirkung der Verwitterung neue Vorräthe löslicher Mineralsubstanzen sich ansammeln; man läßt dabei freiwillig wachsende Pflanzen, sogenannte Unkräuter, durch ihre Vegetation selbst aufschließend auf den Boden wirken, verliert aber durch dieselben nichts an Material, da man sie hernach unterpflügt. Die Brache hat ihren Namen vom Umbrechen, d. h. vom wiederholten Pflügen, und schon die alten Römer wiederholten diese Arbeit während einer Brache fünfmal. — Indessen kommt nicht bloß die absolute Menge der im Boden vorhandenen Stoffe, deren eine Culturpflanze bedarf, in Betracht, wo es sich um das möglichste Gedeihen einer Pflanzenart handelt, sondern auch das Verhältniß, in welchem diese Stoffe zu der Menge anderer Stoffe stehen, deren die Pflanze weniger oder gar nicht bedarf. Obgleich dieses Verhältniß noch wenig aufgeklärt ist, so steht doch bereits so viel fest, daß nicht selten die verhältnißmäßige Verminderung eines nur in geringer Menge oder gar nicht erforderlichen Stoffes eine ähnlich begünstigende Wirkung ausübt, wie die Vermehrung der nothwendigeren Stoffe. Eine solche Verminderung kann in manchen Fällen geschehen durch andere Pflanzen, seien es nun „Unkräuter," welche schon durch ihre freiwillige Ansiedelung auf dem Brachacker verrathen, daß die ihnen zusagenden Stoffe in sehr reichlicher Menge vorhanden sind, oder seien es andere Culturpflanzen. Es beruht hierauf das Wesen der sogenannten Wechselwirthschaft, d. h. der regelmäßigen Bestellung der Aecker mit einer Reihenfolge verschiedener Culturpflanzen, welche dem Boden abwechselnd Quantitäten vorwiegender Bestandtheile entziehen. Da wir wissen, daß die Gräser und Getreide dem Boden Kieselerde in größter Menge, daneben aber Kali und viele phosphorsaure Talkerde entziehen, während Klee, Wicken, Bohnen, hauptsächlich Kalk, Rüben, Kartoffeln, Runkeln, dagegen vorzugsweise Kali in Anspruch nehmen, so kann man bei Abwechslung mit diesen verschiedenen Culturpflanzen in regelmäßiger Fruchtfolge auf einem an allen obigen Bestandtheilen reichen Boden sehr lange Zeit den Ertrag des Ackers auf immer ziemlich gleicher

Höhe halten. — Vorzüglich scheinen die verschiedenartigen Bedürfnisse dieser abwechselnd gebauten Pflanzen auch ausschließend auf die Bodenbestandtheile einzuwirken. Die Gräser und Halbgräser bedürfen in solchem Grade der Kieselerde, daß dieser Bestandtheil vorherrschen muß, wo sie gedeihen sollen. Diese Bedingung findet sich sehr leicht erfüllt, indem die Kieselerde fast in jedem Boden den Hauptbestandtheil bildet. Jedoch nicht überall ist dieselbe genügend aufgeschlossen; es ist dieses nur da der Fall, wo sehr reichliche Mengen kohlensäurehaltigen Wassers auf den Boden einwirken. Berechnet man die Wassermenge, welche von dem Wiesengrase einer einzigen Morgenfläche im Verlauf von einem Tage ausgedunstet wird und welche verdunstend die Spuren von Kieselerde zurücklassen muß, welche aufgelöst in ihr enthalten war, so findet man, daß in der That eine sehr große Wassermenge erforderlich sein muß, um die Kieselerde zu lösen. Denn jene Wassermenge beträgt gegen 6 Millionen Pfund täglich, also während der Vegetationszeit des Grases eine ungeheure Menge, gegen welche die in dem Heu von einem Morgen Wiesenlandes in einem ganzen Jahre erhaltene Kieselerdemasse — etwa 500 Pfunde — fast verschwindend gering erscheint. Aus der zur Lösung der Kieselerde erforderlichen Wassermenge erklärt sich die Möglichkeit, den Wieswachs zu verbessern, ja denselben möglich zu machen, wo zuvor kein Grashalm freiwillig wuchs, durch Ueberschwemmung des Bodens, sei es durch Wasserstauungen, sei es durch künstliche Grabenleitungen und Ueberrieselungen (Rieselwiesen).

Ein anderes Mittel, dafür zu sorgen, daß die Culturpflanze, mit welcher man den Acker bestellt, die nöthigen Stoffe vorfinde, besteht darin, daß man diese Stoffe dem Acker zuführe. Man nennt dieses Verfahren ganz im Allgemeinen die Düngung, und den zugeführten Stoff Dünger. Diesen unterscheidet man in Mineraldünger, vegetabilischen und animalischen Dünger, allein eine solche Unterscheidung kann nur dienen, um Unklarheit über den Sinn der Düngung, wie sie von Alters her herrscht, fortzupflanzen. Will man eine Frucht auf einem Acker bauen, so hat man zu fragen, was enthält die Pflanze im Allgemeinen und was im Besondern in den Theilen, welche man vorzugsweise zu gewinnen wünscht. Darauf hat man zu untersuchen, ob der Acker diese Stoffe sämmtlich und in dem angemessensten Verhältnisse besitzt. Ist dieses nicht der Fall, so müssen die fehlenden Bestandtheile in einer angemessenen Form dem Acker zugeführt werden. Demnach kann jeder Stoff, welcher in einer Pflanze vorkommt, in Bezug auf diese als ein Dünger gelten. Der reinste Kiessand ist Dünger für Wiesengründe, welche durch allzulange Graserzeugung torfig oder sauer geworden, d. h. mit einer beträchtlichen Schicht modernder Pflanzenüberreste bedeckt sind, sowie derselbe als Dünger dienen muß auf allem Boden, welcher „Kieselpflanzen", wie die Gräser sind, hervorbringen soll, und nicht Kieselerde in genügender Menge enthält. Kalk (kohlensaure Kalkerde) ist ein anderer häufig angewandter Mineraldünger. Die Wirkung desselben besteht einestheils in der Vermehrung des Kalkerdevorrathes im Boden, anderntheils aber in der Auflösung der Kieselsäureverbindungen (Silikate) durch die Kohlensäure. Jedoch wird derselbe selten rein, sondern meistens als natürliches Gemenge mit Thon auf den Acker geführt. Dieses Gemenge heißt Mergel, da aber in solchem der Kalkgehalt von wenigen Procenten bis fast zum Ausschlusse des Thones abwechselt, so hat man mergeligen (d. h. kalkhaltigen) Thon,

Thonmergel, Mergel, Kalkmergel und mergeligen (d. h. thonhaltigen) Kalk zu unterscheiden. Die Mergelarten enthalten meistens auch Schwefeleisen (Schwefelkies), welches durch seine Verbindung mit Sauerstoff Vitriol (schwefelsaures Eisenoxydul), durch Wechselzersetzung mit dem Kalke aber Gyps (schwefelsaure Kalkerde) und Eisenspath (kohlensaures Eisenoxydul) bildet; letzterer verwandelt sich demnächst meistens in Eisenoxydhydrat, indem er die Kohlensäure abgibt und Sauerstoff und Wasser aufnimmt. Dieser und mancher anderer Wechselzersetzungen wegen kann der Mergel sehr verschiedenartige Wirkungen hervorbringen. Tertiäre und quaternäre Mergel sind die besten Düngemergel, besonders wegen mancher Bestandtheile, welche sie, als die jüngst in dem Meere abgelagerten und dem auslaugenden Regenwasser schwer zugänglichen Schichten, noch beibehalten haben. Auch enthalten sie, wie der beim Glühen derselben entstehende Geruch nach verbrannten Federn beweist, viele thierische Substanzen. Oft sind sie fast nur ein Haufwerk von Muscheln (Muschelmergel) und geben schon beim Graben einen aashaften Geruch nach verfaulenden Thierstoffen von sich. Ein solcher Mergel ist dann nicht bloß als Mineraldünger anzusehen. — Man wendet den Kalk mitunter auch in gebranntem (kohlensäurefreiem oder ätzendem) Zustande als Mittel zur Düngung an. Theils befreit der Kalk in diesem Zustande die Alkalien aus ihren Kieselsäureverbindungen, indem er selber sich an die Stelle derselben setzt, während jene Kohlensäure aus der Atmosphäre aufnehmen, theils aber macht derselbe schädliche Bestandtheile des Bodens unschädlich. Wo nämlich einem allzu moderreichen Boden, wie solcher in Torfsümpfen und oft auf Wiesen sich findet, Alkalien oder alkalische Erden fehlen, mit welchen sich die gebildeten Säuren des Humus, die in freiem Zustande nicht von Pflanzen aufgenommen werden, verbinden könnten, da dient der Kalk um diese Säuren zu binden und dieselben dann in Kohlensäure zu verwandeln. Der Gyps nützt theils durch seinen Kalkgehalt, theils durch seinen Gehalt an Schwefelsäure, und in letzterer Beziehung wieder theils durch Veranlassung von Wechselzersetzungen, theils durch den Schwefel als solchen. Phosphorsaure Kalkerde, als Phosphoritstein oder Apatit steht selten zu Gebote, darf sonst der Phosphorsäure wegen als ein sehr wichtiges Düngemittel gelten. Man wendet gewöhnlich statt jener Mineralien thierische Knochen an, welche gedörrt und zerrieben werden (Knochenmehl), und welche nicht nur durch die phosphorsaure Kalkerde, sondern außerdem durch den stickstoffhaltigen Leim und andere fäulnißfähige Substanzen auf die Vegetation einwirken. Auch phosphorsaure Talkerde, phosphorsaures Ammoniak, Glaubersalz (schwefelsaures Natron), Bittersalz (schwefelsaure Talkerde), Kochsalz (Chlornatrium, Steinsalz), Salpeter (salpetersaures Natron oder Kali) und andere Salze können als wichtige Düngungsmittel gelten. Jedoch dürfen alle diese Mittel nicht ohne Berechnung der Bodenbestandtheile und Pflanzenbedürfnisse angewandt werden. Asche von Holz, Torf, von Unkräutern oder Culturpflanzen selbst enthält eben die mineralischen Stoffe, welche von Pflanzen aufgenommen werden, in sehr verschiedenartigem Gemenge. Ihre Anwendung kann sehr verschiedene Zwecke erfüllen, theils durch die Stoffe selbst, mit welchen der Boden bereichert wird, theils durch die Wechselzersetzungen, welche sie bewirken. Sehr wichtig ist der Gehalt der Holzasche an löslichem kieselsaurem Kali, besonders aber an phosphorsauren Salzen, von welchen die Eichenholzasche 4 bis 5 Procente, die

Fichten- und Tannenholzasche 9 bis 15, die Asche von Tannennadeln (welche aber fast zwanzigmal so viel Asche geben, als das Holz) etwa 7, die Buchenholzasche 20 Procente enthält.

Mit den frischen oder faulenden Pflanzentheilen, welche man als vegetabilischen Dünger auf den Acker bringt, bietet man dem Boden sowohl alle Aschenbestandtheile und somit mineralischen Dünger, als auch die stickstofffreien und die stickstoffhaltigen Substanzen des Pflanzenkörpers. Es würde ein großer Irrthum sein, wenn man annehmen wollte, diese Bestandtheile könnten als organische Mischungen von der Pflanze aufgenommen werden und dieser dadurch etwa um so mehr förderlich sein. Es ist dem durchaus nicht so; vielmehr ist die Pflanze nicht im Stande, die Bestandtheile jener Substanzen aufzunehmen, bevor dieselben nicht durch die Fäulniß völlig zersetzt und in ganz neue unorganische Mischungen übergegangen sind. Nicht allein wegen der fäulnißfähigen organischen Substanzen hat die Düngung mit vegetabilischen Massen eine Wirkung, welche von derjenigen der Aschen abweicht, sondern auch weil erstere zugleich den Boden lockern, während letztere ihn verfesten und „bindig", d. h. wasserhaltend, machen. Manche Aschen verhalten sich fast wie hydraulische Mörtel; sie geben mit Wasser einen Brei, welcher später steinhart wird, besonders wenn Kalk zugegen ist. Für manche Bodenarten ist eine solche Düngung wünschenswerth, während für andere die Anwendung von Pflanzendünger sich empfiehlt.

Animalische Düngmittel können sehr verschiedenartig sein. Die allgemeinste Anwendung findet der Mist der Haarthiere (Seite 157), besonders der Hausthiere aus der Ordnung der Wiederkäuer und der Dickhäuter. Dem Miste ist zufällig oder auch mit absichtlicher Sorgfalt der Urin derselben Thiere beigemengt. Der Mist eines Thieres enthält natürlich diejenigen Mineralstoffe, welche in den Pflanzen enthalten waren, die sein Futter ausmachten. Für eben diese Pflanzen muß daher diese Mistart vorzugsweise günstig wirken, denn die organischen Substanzen, welche einestheils als unverdauliche Ueberreste der Speisen, theils als Darmaussonderungen im Miste enthalten sind, geben alle zuletzt dieselben Zersetzungsprodukte: Kohlensäure und Ammoniak. Der Mist von Thieren, welche Gras fressen, ist daher der beste Grasdünger, der Mist von Körnerfressern der beste Dünger für die Pflanze, von welcher die Körner herstammten, seien es Getreide, oder Erbsen, Bohnen u. dergl. Der Mist mit Rüben gefütterter Kühe gibt den besten Rübendünger; der Mist mit Kartoffeln gemästeter Schweine den besten Kartoffelndünger. Die größte Gewichtsmenge des Mistes ist Wasser. Frischer Kuhkoth enthält in 100 Theilen:

Wasser	85,91
verbrennliche Substanzen	12,35
Aschenbestandtheile	01,74
	100,00

Je länger der Mist an der Luft liegt, desto mehr verliert er einestheils durch Abgabe des Wassers, anderntheils durch Fäulniß der organischen Substanzen und darauf erfolgende Verflüchtigung des gebildeten kohlensauren Ammoniaks. Obiger Kuhkoth nach halbjähriger Fäulniß enthält in 100 Theilen:

Wasser	79,30
verbrennliche Substanzen	14,04
Aschenbestandtheile	06,66
	100,00

Aber diese 6,66 Procente Asche entsprechen einer fast viermal größeren Quantität frischen Mistes, nämlich nicht 100 Theilen, sondern 384 Theilen. In Wirklichkeit haben natürlich nicht die Aschenbestandtheile und in geringerem Grade auch die organischen Substanzen gegen das Wasser zugenommen, sondern das Wasser hat in hohem Grade und die Masse der organischen Substanz in geringerem Grade abgenommen. Es ist hieraus erklärlich, weßhalb der Landwirth findet, daß „gegohrener" Mist (in gleichem Gewichte angewandt) eine größere Wirksamkeit äußere, als frischer. Gleichwohl läßt es sich nicht in Abrede stellen, daß in frischem Miste die Menge der fäulnißfähigen Stoffe beträchtlicher sei, als in gegohrenem. Kohlensaures Ammoniak ist flüchtig — es verursacht den stechenden Geruch auf allen Aborten, in Ställen und Miststätten. Jedoch gibt es Mittel, dasselbe zu fixiren; besonders schwefelsaurer und phosphorsaurer Kalk haben diese Wirkung, indem sie das kohlensaure Ammoniak in schwefelsaures und phosphorsaures verwandeln. Man sollte daher den Mist mit Gyps überstreuen, um jenen Verlust zu vermeiden. — Die größte Menge stickstoffhaltiger Substanzen befindet sich im Harn; derselbe verbreitet faulend den heftigsten Geruch. Es ist hieraus allein schon klar, wie thöricht in manchen Gegenden die Landleute handeln, indem sie den Dünger so aufschichten, daß der Harn abfließt und verloren geht. Allein auch die wichtige phosphorsaure Talkerde, phosphorsaure Kalkerde, phosphorsaures Ammoniak und Natron sind im Harn enthalten.

Eins der kräftigsten Düngmittel ist Guano, der Mist von Vögeln, besonders von Seevögeln, welcher in ungeheuren Massen auf manchen Inseln gefunden und in ganzen Schiffsladungen nach Europa gebracht wird. Derselbe enthält in 100 Theilen:

harnsaures Ammoniak	17,4
phosphorsaure Kalk- und Talkerde	48,1
phosphorsaure und schwefelsaure Alkalien	10,8
Wasser	22,3
beigemengten Sand	01,4
	100,0

und wird daher anderem Dünger beigemengt oder nur in geringer Quantität auf den Acker gestreut. — Fleisch, Blut, Haare, Lederabfälle und andere thierische Stoffe wirken hauptsächlich durch Ammoniakentwicklung, enthalten aber außerdem ähnliche Aschenbestandtheile, jedoch in sehr verschiedenem Verhältnisse.

Die auf einem Boden freiwillig wachsenden Pflanzen bedürfen zu ihrem gewöhnlichen Gedeihen einer Zuführung fäulnißfähiger Substanzen keineswegs. Sie nehmen hinreichende Mengen von Kohlensäure aus der Atmosphäre auf. Ein Beweis davon ist die durch das Pflanzenwachsthum allmählig hervorgebrachte Anhäufung von kohlenstoffreichen Substanzen im Boden. Die Wurzeln, die Stengel, die Blätter bilden vermodernd Humus, welcher den Boden schwärzt, und so viel von diesem auch in Kohlensäure verwandelt und der Luft mitgetheilt oder von Neuem in Pflanzen aufgenommen wird, so bleibt doch stets ein zunehmender Ueberschuß. Die Vermoderungsprodukte aller Pflanzen sind in letzter Stelle freilich alle die gleichen, allein es scheint, daß dieses beim Beginne der Vermoderung nicht so sei, indem man beobachtet, daß gewisse Pflanzen neben gewissen anderen nicht zu vegetiren vermögen und sogar in einem Boden verkümmern, in welchem jene gestanden

haben, auch wenn der Boden die ihnen zusagenden Mineralstoffe in reichlicher Menge enthält. Manche Erscheinungen, welche bei der Wechselwirthschaft Beobachtung finden müssen, dürften hierin ihre Erklärung haben. Es ist auch in diesem Sinne der Ausdruck „Excremente" der Pflanzen zu verstehen, welchen man mitunter für die Vermoderungsprodukte der Pflanzen gebraucht, die freilich schon während des Lebens der Pflanze durch Absterben der äußersten Theile der älteren Wurzeln sich bilden.

Von den Substanzen, welche in den Vegetationsorganen der Grasgewächse enthalten sind, möge nur des Zuckers noch eine nähere Erwähnung geschehen. Derselbe ist zwar ein sehr allgemeiner Bestandtheil des Zellensaftes, allein eines=theils findet er sich in wenigen Pflanzen in so großer Menge, als im Zuckerrohre (Fig. 276), anderntheils ist er meistens als Traubenzucker in den Pflanzensäften vorhanden, nicht aber als Rohrzucker. Wie der Zucker sich bilde, darüber wissen wir noch nichts. Denkt man sich aber seine Entstehung aus Kohlensäure und Wasser, so ist es klar, daß ein starker Verlust an Sauerstoff stattgefunden hat. Eine solche Entstehung entspricht ganz der Athmung der Pflanzen. Auch deutet auf eine solche Entstehung der Umstand hin, daß im Safte des Mais ebenfalls eine große Menge von Zucker enthalten ist, welche aber mit der Blüthezeit völlig verschwindet und somit während der Aufnahme von Sauerstoff durch die Blüthentheile wieder ver=ändert wird. Das Zuckerrohr liefert reichlichere Quantitäten von Rohrzucker, als irgend eine andere Pflanze. Doch werden unter den Dicotyledoneen die Runkelrüben in Europa und gewisse Ahorne (Acer saccharinum) in Nordamerika ebenfalls im Großen zur Zuckergewinnung benutzt. Beim Zuckerrohre erfüllt der Zuckersaft das markartige Parenchym des dicken Halmes, bei der Runkelrübenpflanze die eigentliche Rübe und beim Zuckerahorne den Stamm während der Frühlings=saftperiode. Aus dem ausgepreßten und durch Kalk seiner eiweißartigen und schleimigen Nebenbestandtheile beraubten Safte des Zuckerrohres gewinnt man den Zucker durch rasches Einkochen, durch welches man bei der Wärme des Klima's, in welchem allein das Zuckerrohr gedeiht, dem Eintritte der Gährung zuvorkommen muß, und darauf folgendes Auskrystallisiren, welches von selber erfolgt. Ein Theil des Zuckersaftes bleibt schleimigflüssig und krystallisirt nie; dieses ist der Syrup. Beinahe tausend Millionen Pfund Rohrzucker kommen jährlich aus den wärmeren Ländern von Amerika zu uns.

Die Grasgewächse sind größtentheils mehrjährig ausdauernde Pflanzen; einige erreichen ein hohes Alter. Unsere Getreidearten, welche alle Vegetations=kraft auf die Erzeugung kräftiger Halme und fruchtbarer Aehren verwenden und daher ihr Rhizom so wenig ausbilden, daß dasselbe nicht im Stande ist, sich an=dauernd zu erhalten, sterben alle nach einer sehr kurzen Lebensperiode ab; die einen, im Frühlinge gesäet, reifen und sterben schon im Herbste; die anderen, im Herbste gesäet und gekeimt, erreichen erst im folgenden Frühlinge ihre volle Entwicklung und reifen im Sommer des zweiten Jahres. Erstere nennt man Sommergetreide, letztere Wintergetreide. Jedoch hat man Ursache zu vermuthen, daß zwischen den Sommer= und Wintergetreiden kein ursprünglicher Unterschied sei, sondern daß nur die Culturmethode selbst diese Varietäten geschaffen habe, obgleich dieselben auch



Fig. 305. Aehre und Pflanze des Sommerweizens (Triticum aestivum).



Fig. 306 Aehre und Pflanze des Winterweizens (Triticum hibernum).

äußerliche Verschiedenheiten zeigen (Fig. 305 und 306). Wie weit die verschiedenen Getreidearten als eigentliche ursprüngliche Arten oder als Varietäten zu betrachten sind, darüber kann man keineswegs in allen Fällen genügend entscheiden. Die wichtigsten derselben sind in Südeuropa der Mais (Fig. 292) und der Reiß (Fig. 284), im mittleren Europa der Dinkel oder Spelz (Fig. 296), sowie der Sommer= und Winterweizen; der Roggen (Fig. 275); die Sommergerste (Fig. 307), von welcher eine Varietät zweizeilige, die andere vierzeilige Aehren besitzt; die sechszeilige Wintergerste (Fig. 308) und der Hafer (Fig. 283) in einigen Varietäten. In jeder Gegend nennt man diejenige Getreideart, welche am Allgemeinsten zum Brode verwandt wird, mit der allgemeinen Benennung Korn, so in Norddeutschland den Roggen, in der Schweiz den Spelzweizen (Kernen). Der Mais ist ursprünglich im mittleren Amerika einheimisch, hat sich aber über

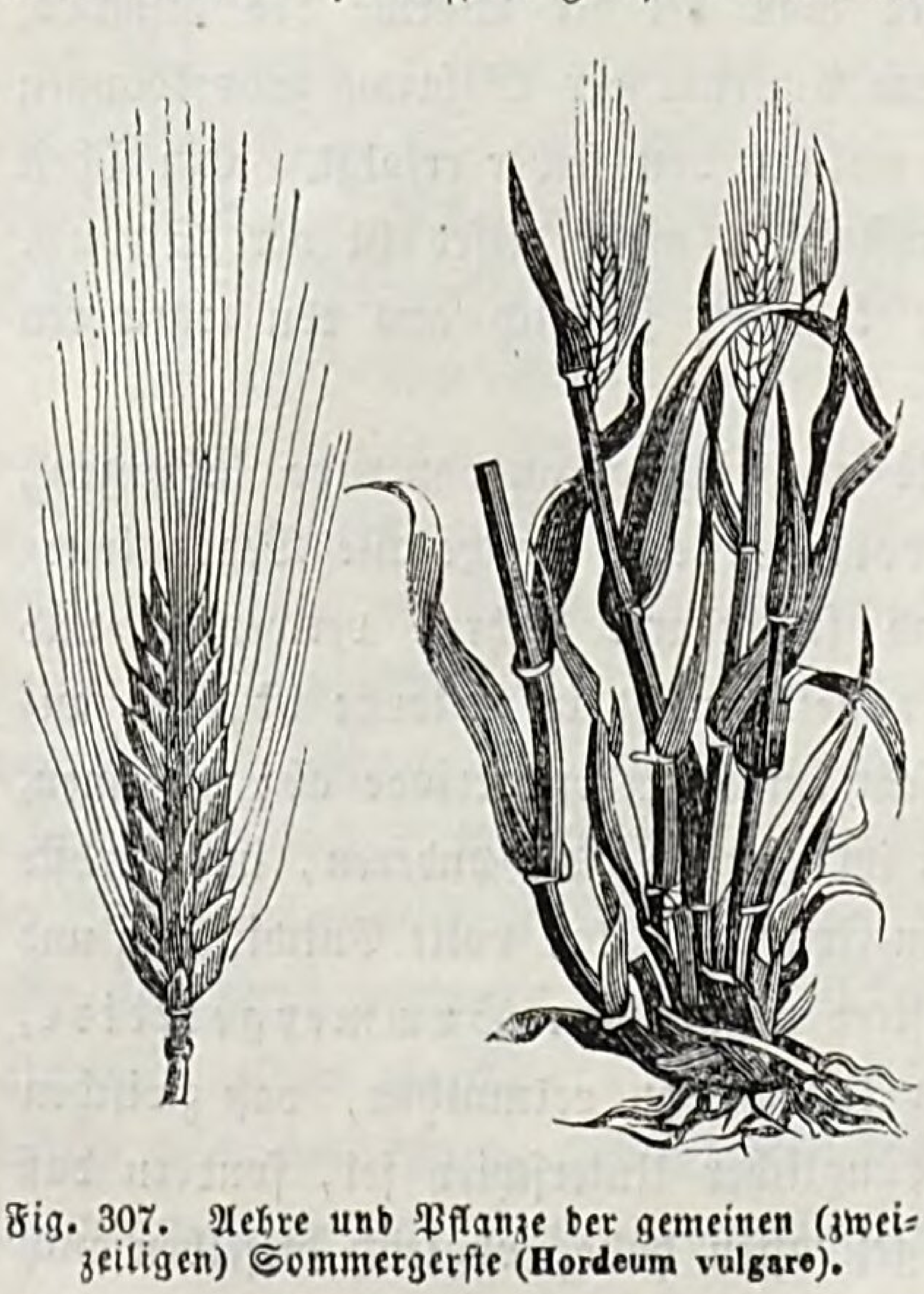


Fig. 307. Aehre und Pflanze der gemeinen (zweizeiligen) Sommergerste (Hordeum vulgare).



Fig. 308. Aehre und Pflanze der (sechszeiligen) Wintergerste (Hordeum hexastichon).

alle wärmeren Länder der Erde verbreitet. In der heißen Zone gedeiht er nur in einer Höhe von 3000 bis 7000 Fuß über dem Meere. Der Weizen, dessen Vaterland, wie dasjenige aller andern Getreide völlig unbekannt ist, liebt ein ähnliches Klima, geht indessen schon etwas weiter in minder warme Klimate hinaus, in Europa bis zum 60° nördl. Br., in der Schweiz bis zu einer Höhe von 4500 Fuß über dem Meere, und in der Aequatorialgegend gedeiht er nicht unter 8000 bis 10,000 Fuß Höhe. Der Roggen geht in Nordeuropa bis zum 67° n. Br., in der Schweiz bis 4700, ja selbst 5000 Fuß; in den wärmeren Ländern kennt man ihn nicht. Die Sommergerste und der Hafer ertragen das rauheste Klima; sie gehen in Nordeuropa bis zum 70° n. Br., in Asien bis zum 60° n. Br. und in Nordamerika bis 55° n. Br., und bilden überall die nördliche Grenze des Getreidewachsthumes. In Norddeutschland gedeihen sie auf den Gebirgen noch in einer Höhe von 2500 Fuß, in den Alpen bis 5500 Fuß, und im Himalayagebirge auf einer Höhe von 13,000 bis 14,000 Fuß finden sie ebenfalls die Bedingungen ihres Fortkommens. Das Zuckerrohr, ursprünglich aus dem südlichen Asien stammend, ist zwar im 15ten Jahrhunderte nach Südeuropa und erst von dort nach Westindien verpflanzt worden; allein gegenwärtig ist es nirgend auf der Erde in solcher Allgemeinheit angebaut, als dort; in Südeuropa hat man die Cultur desselben fast gänzlich aufgegeben.

Die wildwachsenden Grasgewächse, besonders die eigentlichen Gräser, zeichnen sich durch die Geselligkeit ihres Vorkommens aus. Sie bilden in den gemäßigten Gegenden die herrlichen Rasenteppiche der Wiesen und Weiden. Sind es in Europa nur niedrige Gräser, welche wir in dieser Weise verbreitet finden, so zeigen sich dagegen in Nordamerika die ungeheuren Rohrwiesen, die Savannen oder Prairieen, welche hunderte von Meilen weit sich ausdehnen und durch welche kein menschlicher Pfad hindurchleitet, in Südamerika die ähnlichen Pampas oder Llanos, in welchen Tausende wilder Rosse und Rinder weiden.

Man kennt gegenwärtig bereits mehr als dreitausend Arten von Grasgewächsen, etwa 1200 Halbgräser und 2000 ächte Gräser. Da die Zahl aller Samenpflanzen, welche man bis jetzt kennt, sich nicht viel über 20,000 Arten beläuft, so bilden sie demnach etwa den achten Theil von diesen; jedoch treten sie durch ihre Individuenmenge bedeutend stärker hervor, als jenes Verhältniß vermuthen lassen sollte. Dieselben verbreiten sich durch alle Klimate der Erde.

Das fossile Vorkommen von Grasgewächsen ist unbedeutend; Halbgräser scheinen früher existirt zu haben, als ächte Gräser. Man findet hauptsächlich in neutertiären Schichten Spuren von solchen. — Da die Zellen der Grasgewächse, wegen der in ihrer Membran enthaltenen Kieselerde, welche außerdem auch die Oberhaut aller ihrer Theile als eine äußerst zarte Lage bedeckt und manche Zellen unterhalb derselben gänzlich ausfüllt, durch Fäulniß nicht völlig zerstört werden, sondern ein äußerst zartes Glasgehäuse zurücklassen, so findet man mit Hülfe des Mikroskops im Culturboden und in Anschwemmungen der Flüsse mit großer Deutlichkeit erkennbare Kieselskelettchen von Gräserhaaren (Lithochaeta), von Gräseroberhaut (Lithodermatium) und mancherlei eigenthümlichen Zellen oder Zellengruppen (Lithostylidium, Lithodermatium), an welchen man oft noch die Art der Pflanze erkennen kann, von welcher sie herrühren.

Siebente Ordnung.

Die Schwertlilien. Ensatae.

Die Ordnung der Schwertlilien umfaßt die Familien der Irideen (Irideae), der Amaryllideen (Amaryllideae) und der Ananaspflanzen (Bromeliaceae), nebst den Burmanniaceen (Burmanniaceae), Hypoxideen (Hypoxideae) und Hämodoraceen (Haemodoraceae). Alle zu denselben gehörigen Gewächse unterscheiden sich von den Liliaceen im Wesentlichsten dadurch, daß ihre mehr oder weniger zu einer Röhre zusammengewachsenen Perigonblätter nebst den Staubfäden mit dem Fruchtknoten an ihrem unteren Theile verschmolzen sind, und somit epigynisch (Seite 782) erscheinen, wobei die scheinbare Stellung derselben auf den Fruchtknoten um so täuschender ist, als dieselben, soweit sie mit dem Fruchtknoten verschmolzen sind, grün erscheinen. Es steht also hier wirklich ein grüner Fruchtknoten unter der buntfarbigen Blume (Fig. 309).

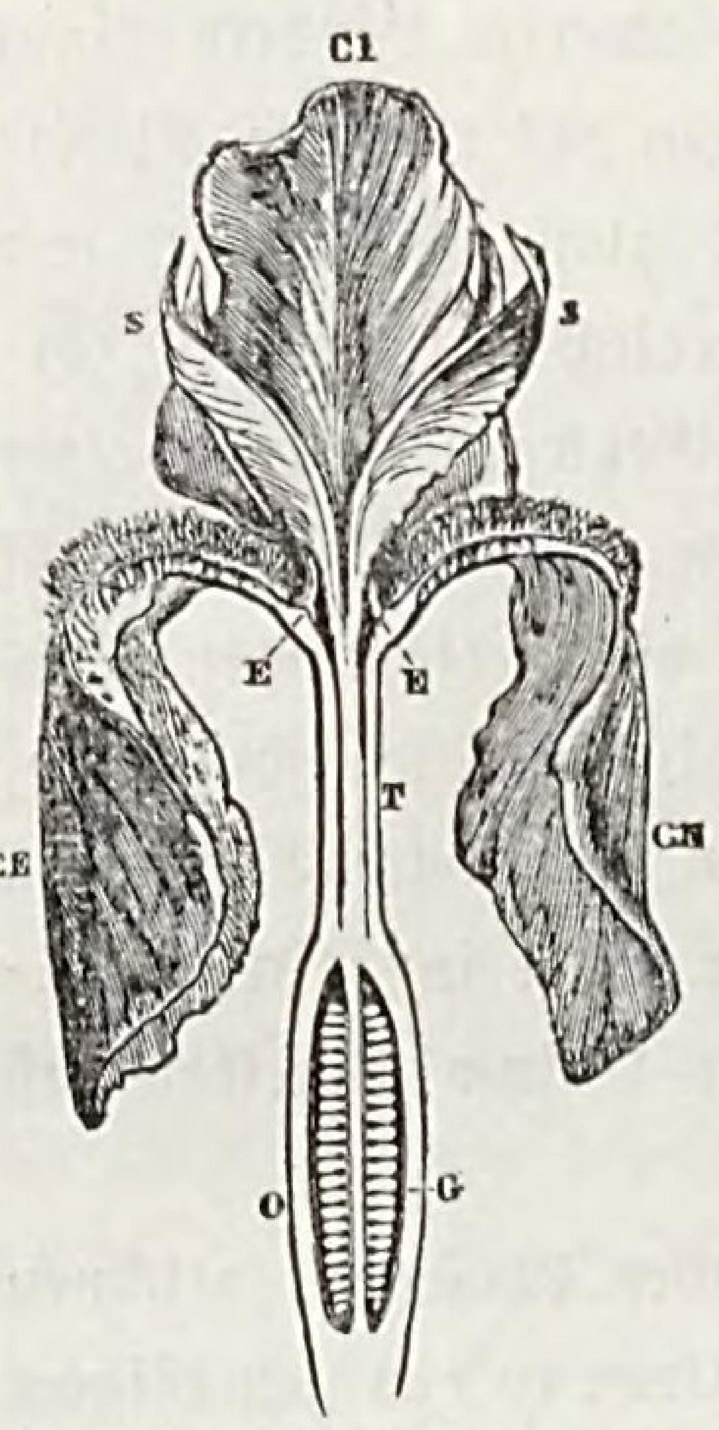


Fig. 309. Vertikalschnitt der Blüthe von der deutschen Iris (Iris germanica). *

* O Fruchtknoten; G Samenknöspchen, am Mittelsäulchen befestigt; T röhrenförmig verwachsene Perigonblätter; CE Kelchblätter; CI Kronenblätter; E Staubfäden; S blumenblattähnliche Narben.

Aus der ersten der genannten Familien sind die Sumpfiris (Iris pseudacorus) und die verschiedenen Irisarten unserer Gärten bekannt. Es gehören zu derselben auch die Saffrane (Crocus) und die Schwerdtel (Gladiolus). Die Iris haben ein ästiges Rhizom, mit knollenförmig angeschwollenen Internodien; die Krokusrhizome sind zwiebelähnlich; allein diese „Zwiebeln" besitzen nur wenige Blattorgane, bestehen vielmehr fast einzig aus einem knollenförmigen Zwiebelkuchen und werden daher auch Zwiebelknollen genannt. Die Schwerdtel besitzen eigentliche Zwiebeln, deren äußere Blätter dieselbe ganz umhüllen und durch die Zunahme derselben dann rissig zersprengt werden, so daß sie wie eine netzartige Hülle erscheinen. Der Aberglaube früherer Zeiten erkannte hierin ein Panzerhemde und hielt die Zwiebel als ein Zaubermittel für einen Allermannsharnisch. Einige Krokusarten, z. B. Cr. reticulatus, haben ähnliche Eigenthümlichkeiten.

Die Blätter der Iris haben eine höchst eigenthümliche Form, indem dieselben mit ihrem unteren Theile den aus dem Boden hervorbrechenden Zweigstengel (Schaft) als eine sehr enge Scheide umfassen, wobei es scheint, als bräche die Axe aus einem engen Spalt dieser Scheide selbst hervor, und die Scheide ist so scharf gekielt, daß sie fast schneidig erscheint; der freie Theil des Blattes aber ist gleichsam durch Verwachsung der beiden Scheidenhälften gebildet und ragt als ein zweischneidiges Schwert aus dem Boden, die beiden Schneiden senkrecht gerichtet. Beide Flächen eines solchen Blattes sind eigentlich Seitenhälften der Unterseite; die Oberseite ist, mit Ausnahme des den Zweigstengel umscheidenden Theiles, gar nicht vorhanden. Daher besitzen auch beide Blattflächen die gleiche Zahl von Spaltöffnungen, etwa 11572 auf einen Quadratzoll. Die Oberhaut der Iris benutzten wir (Fig. 199) als Beispiel der Beschaffenheit dieser Zellenlage bei den Mono-

cotyledoneen im Allgemeinen. — Die drei Kelchblätter der Iris sind ausgezeichnet durch eine sammetartige **Bebärtelung** der Mittellinie, auf welcher zarte Haarzellen hervorragen, eine Erscheinung, welche minder ausgezeichnet bei sehr vielen Blumen zu finden ist. Die Staubfäden aller Irideen geben uns ein Beispiel von Staubbeuteln, welche nicht nach innen, wie meistens der Fall, sondern nach außen, also der unteren Blattfläche entsprechend, sich öffnen, und erinnern uns somit an die Antherenblätter der Coniferen (Seite 734). Nur **drei** Staubfäden sind in einer Blume enthalten. Indessen haben diese Gewächse außerdem die Anlage zu dreien andern, mit den vorhandenen abwechselnd stehenden Staubfäden, welche jedoch nie eine bemerkbare Entwicklung erlangen. Vielmehr scheint es durchaus, als ob die drei Griffel der Karpelle des Fruchtknotens unmittelbar innerhalb der vorhandenen drei Staubfäden ständen. Jedoch beweisen sie durch ihre Stellung (Fig. 310), welche ganz mit derjenigen der Staubfäden übereinstimmt, am sichersten, daß nie zwischen beiden die abwechselnd stehenden Staubfäden fehlen, da außerdem die drei Karpelle nicht bloß scheinbar, sondern wirklich unmittelbar über den drei vorhandenen Staubfäden stehen müßten, was, da beiderlei Organe metamorphosirte Blattorgane sind, nicht der Fall sein kann. Die **Griffel**, besonders der Iris, sind vollkommen **blumenblattartig** und beugen sich über die Staubfäden zurück (Fig. 309, s). Die Befruchtung, welche eine Bestäubung der obern Flächen der Griffelblätter erfordern würde, ist bei dieser Stellung der Befruchtungsorgane fast unmöglich; es scheint, als ob hier nur der Zufall durch die honigsuchenden Insekten aushelfen könne. — Bei den Krokus, besonders dem **ächten Saffran** (Cr. sativus) sind die blattartigen Griffel faltig zusammengedrückt; dieselben werden, wegen des in ihnen enthaltenen gelben Farbstoffes, des „**Saffrangelb**," gesammelt und getrocknet, wegen ihres Gehaltes an aromatischem Oele auch als Gewürz benutzt. Etwa 50,000 Griffel geben ein Pfund des käuflichen Saffran. — Die Samen der Irideen sind von denen der Lilien wenig verschieden. Sie zeichnen sich durch ein horniges Endosperm aus, sowie durch die dem bloßen Auge bemerkbare Größe der Mikropyle (Fig. 311).



Fig. 310. Diagramm der Blüthe von der deutschen Iris (Iris germanica). *

* *a* Bezeichnet die Stellung der Hauptaxe des Blüthenstandes, deren Zweig die Blüthe trägt; die drei Kelchblätter sind durch ihre bebärtelte Mittellinie bezeichnet; man bemerkt die drei Kronenblätter, dann die drei durchschnittenen Staubbeutel mit Andeutung ihrer Oeffnungsweise, dann die drei Griffelblätter und die Karpelle und Samenknospen des Fruchtknotens.

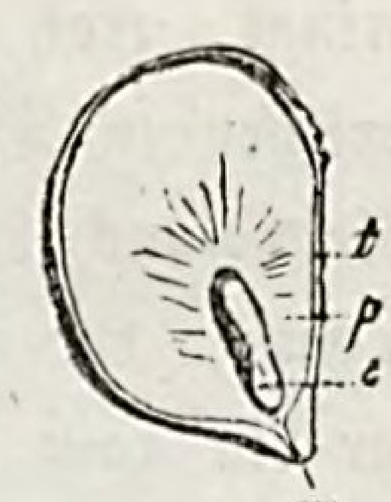


Fig. 311. Ein Samenkorn der deutschen Iris durchschnitten und vergrößert; *t* Samenschale; *p* Endosperm; *e* Embryo; *m* Mikropyle.

Bei den **Amaryllideen** finden sich die Staubfäden in doppelter Dreizahl vollständig ausgebildet; hier springen die Staubbeutel auch einwärts auf, wie gewöhnlich. Außer den herrlichen **Amaryllis**, welche, aus Brasilien stammend, bei uns häufig als Zimmerzierde gezogen werden, umfaßt diese Familie die lieblichen **Schneeglöckchen** (Galanthus nivalis), die **Frühlingsknotenblume** (Leucojum vernum) und die **Narzissen** (Narcissus poeticus), **Tazetten** (Narc. tazetta) und **Jonquillen** (N. jonquilla). Auch die **Alströmerien** gehören zu derselben Familie, beliebte Zimmerpflanzen, welche aus Chili stammen und welche sich durch ihren höchst eigenthümlichen Blüthenstand (Fig. 311, a) auszeichnen. Aus der Achsel eines Deckblattes, welches an der Hauptaxe des Blüthenstandes sitzt,



Fig. 311, *a*. Der Blüthenstand der bunten Alströmeria (**Alstroemeria peregrina**). *

* *a'* Hauptaxe des Blüthenstandes; *a''* Zweigaxe ersten Grades; *a'''* Zweigaxe zweiten Grades; *a''''* Zweigaxe dritten Grades u. s. w.; *f'* Gipfelblüthe der Hauptaxe; *f''* Gipfelblüthe der ersten Zweigaxe; *f'''* Gipfelblüthe der zweiten Zweigaxe u. s. w.

entspringt eine Zweigaxe, welche, da die Hauptaxe über diesem Punkte als ein Blüthenstiel endigt, sich selber wie eine Hauptaxe ausnimmt. Und unter ganz gleichem Verhältnisse steht an ihr wieder ein Zweig zweiten Grades, an diesem ein solcher vierten Grades u. s. w. Jeder Zweig endigt als ein Blüthenstiel und wird in der scheinbaren Fortsetzung der Hauptaxe durch den folgenden Zweig verdrängt, so daß alle Blumen auf die Seite geschoben erscheinen.

Die Griffel der Iris sind den Blumenblättern derselben ähnlich; danach ist zu vermuthen, daß die Blumenblätter derselben, wenigstens in ihrem oberen Theile, nicht Phyllodien, sondern wirklichen Blattspreiten zu vergleichen seien. Es würde der röhrenartig verwachsene Theil derselben etwa als Blattstiel oder Phyllodium betrachtet werden dürfen. Dieser Vergleich wird um so wahrscheinlicher durch eine Eigenthümlichkeit des Narzissengeschlechtes. Hier nämlich sehen wir an dem Punkte, wo die Blumenblätter sich von einander trennen, den röhrenartig verwachsenen unteren Theil derselben sich in einem zarten Blatthäutchen fortsetzen, dessen Uebereinstimmung mit dem bei den Gräsern an dem Vereinigungspunkte von Blattscheide (Phyllodium) und Blatt vorkommenden Blatthäutchen (Seite 822) in die Augen springt, trotz aller äußerlichen Verschiedenheiten. Da die den Blattscheiden entsprechenden Theile der sechs Blumenblätter röhrenartig verwachsen sind, so ist das Gleiche auch bei diesen Blatthäutchen, der sogenannten Nebenkrone oder Schlundkrone, der Fall. Bei der weißen Narzisse (N. poeticus) ist diese Nebenkrone nur ein ganz kurzer gelblicher Saum mit rothem Rande, bei der gelben Narzisse (N. pseudonarcissus) dagegen bildet dieselbe eine lange gelbe Glocke, welche aus der offenen Blume, deren sechs Blätter zurückgeschlagen sind, hervorragt.

Die Familie der Bromeliaceen umfaßt vorzüglich die Ananas und die Agaven. Diese haben aufrechte oberirdische Stämme und ungeheuer dicke, knorpelig fleischige, steife, stechende Blätter, besonders die Agaven, welche man aus diesem Grunde als natürliche Schutzwehr um Festungswerke anpflanzt. Die berühmten Früchte der Ananas (Fig. 311, b), welche ihres duftreichen Wohlgeschmackes wegen aus den tropischen Gegenden in unsere wärmsten Treibhäuser verpflanzt worden sind, dürfen nicht als einfache Früchte betrachtet werden, sondern sind vielmehr ganze Fruchtstände (Fig. 312). Es stehen nämlich die Blüthen sehr zahlreich um die Hauptaxe des Blüthenstandes, welche unter jeder Blüthe ein geringes Deckblatt, über dem Blüthenstande aber wieder einen Schopf großer Blätter trägt. Hernach bilden sich die Fruchtknoten der einzelnen Blüthen zu großen fleischigen Beeren aus, welche aber unter einander und mit den fleischigen Deckblättern selbst verwachsen und so eine tannenzapfenähnliche Fruchtmasse darstellen. Bei der wildwachsenden Pflanze bleiben die Beeren

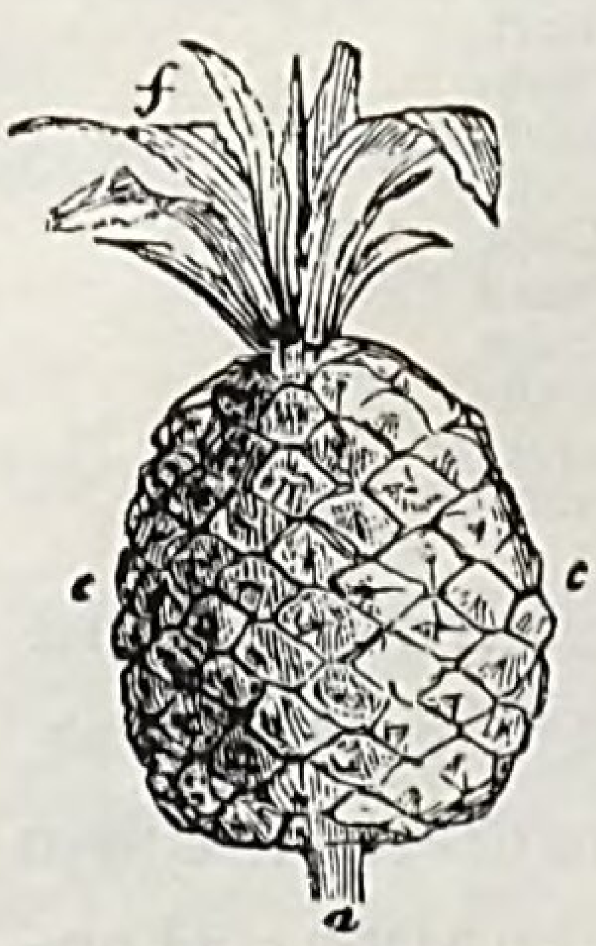


Fig. 311, *b*. Die sogenannte Frucht der Ananas (**Bromelia ananas s. Ananassa sativa**). *

* *a* Axe des Fruchtstandes; *cc* zahlreiche zusammengewachsene Früchte; *f* Blätterbüschel am oberen Theile der Fruchtaxe.



Fig. 312. Die Ananas (Ananassa sativa) mit Fruchtstand und Durchschnitt desselben.

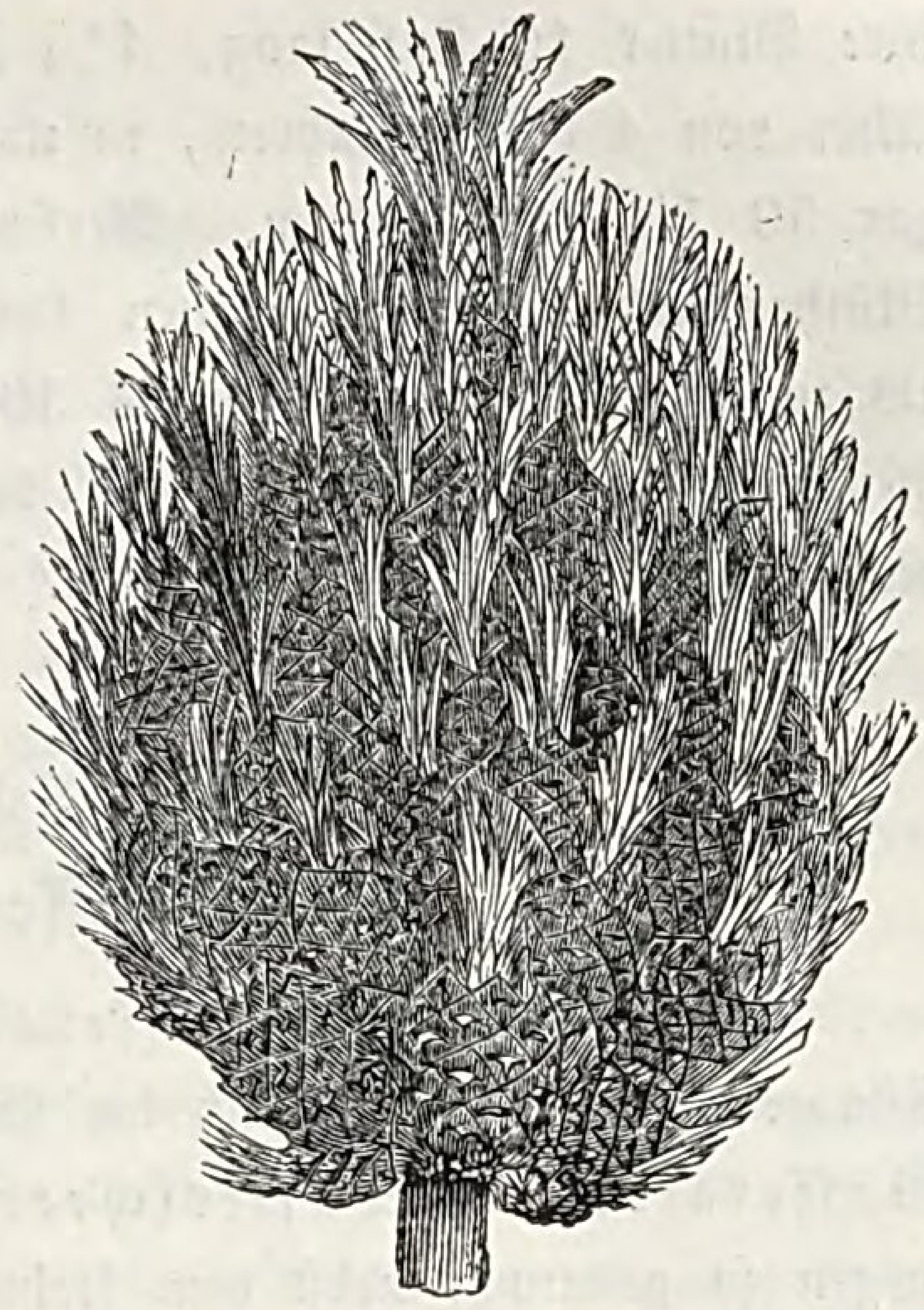


Fig. 313. Die vielköpfige Ananas.

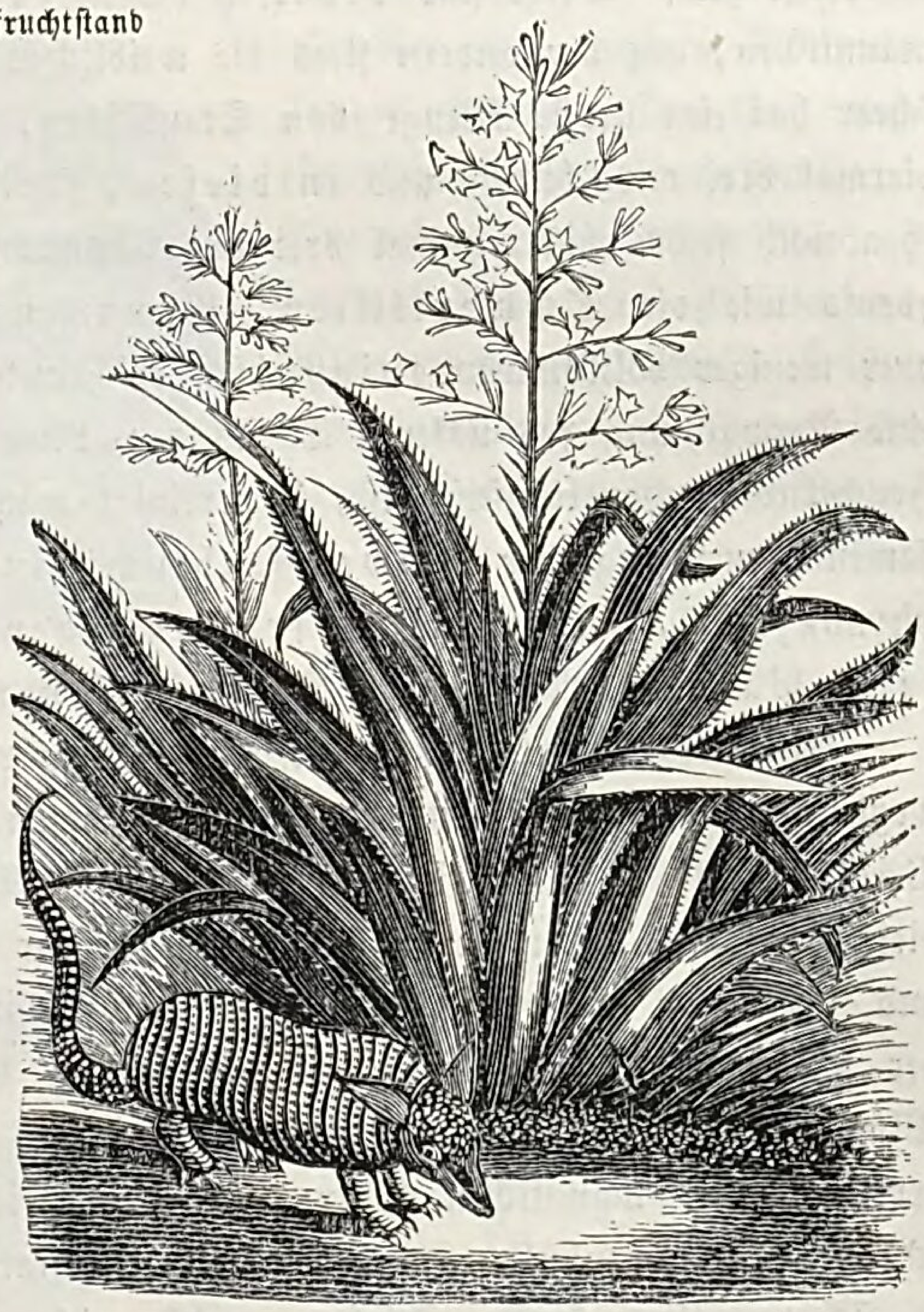


Fig. 314. Die brasilianische Carva (Bromelia variegata).

geringer, während die Samen sich ausbilden, bei der cultivirten dagegen wuchert das Fruchtfleisch außerordentlich, während dagegen die Samen unentwickelt bleiben. Noch massenhafter zusammengedrängt ist der Fruchtstand der sogenannten vielköpfigen Ananas (Fig. 313), einer in China und auf den indischen Inseln vorkommenden Varietät. Bei dieser entspringen nämlich unmittelbar aus der Hauptaxe des Blüthenstandes nicht einzelne Blüthen, sondern ganze blüthentragende Zweigaxen, deren jede hernach eine Fruchtmasse bildet, welche mit den übrigen zusammenwächst. — Die Blätter der Ananas, der Bromelien (Fig. 314), welche ihnen sehr ähnlich sind, und der Agaven liefern eine Masse von Bastfasern, welche ihre Gefäßbündel begleiten und welche, ganz ähnlich wie die des neuseeländischen Flachses, zu dem haltbarsten Seilwerke trefflich benutzt werden können. Die sogenannte hundertjährige Agave (Agave americana), welche ursprünglich aus Südamerika stammt, seit fast dreihundert Jahren aber im ganzen südlichen Europa einheimisch geworden ist, blüht nur ein einziges Mal, da sie nicht an Zweigaxen, sondern stets an der Hauptaxe den Blüthenstand trägt. In ihrem Vaterlande, wo

ihre Blätter 10 Fuß lang, 1½ Fuß breit und 8 Zoll dick werden, blüht sie im Alter von 4 bis 5 Jahren, in unsern Treibhäusern erst mit 10 bis 20, ja wohl gar 50 bis 100 Jahren. Merkwürdig ist die plötzliche, rasche Entwicklung des Blüthenstandes, indem binnen kurzer Zeit die zuvor nur äußerst niedrige Axe sich bis zu einer Höhe von 20 bis 30 Fuß verlängert, wobei sie in einem Tage wohl ½ Fuß zunimmt und wie ein herrlicher Kandelaber nach allen Seiten Arme mit gelben Blüthenbüscheln ausbreitet.

Achte Ordnung.

Die Wasseraloen. Hydrocharidinæ.

Die Ordnung der Wasseraloen umfaßt nur eine einzige kleine Familie von Pflanzen, welche sämmtlich im Wasser wachsen, und von welchen die gemeine Wasseraloe oder Wasserscheer (Stratiotes aloides), ihrer aloeähnlichen Blätter wegen so genannt, nebst dem kleinen scheibenblätterigen, schwimmenden Froschbiß (Hydrocharis morsus ranae) in stillen Gewässern des mittlern Europa allgemein verbreitet sind. Beide sind diöcisch (Seite 744), indem auf einer Pflanze stets die männlichen, auf der andern stets die weiblichen Organe verkümmern. Die Wasserscheer hat eine große Menge von Staubfäden, nämlich in den männlichen Blüthen viermal drei ausgebildete und in diesen, sowie auch in den weiblichen Blüthen noch sechs- bis zehnmal drei unvollkommene Fäden. Da die Wasseraloen ebenso wie die Schwertlilien, Bananengewächse und Orchideen mehr oder weniger vollkommen epigynisch erscheinen, indem bei allen diesen Ordnungen eine Verwachsung des unteren Theils der Blumenblätter und Staubfäden mit dem Fruchtknoten charakteristisch ist, so vereinigt man sie mit denselben unter der gemeinsamen Benennung der verwachsenblumigen Monocotyledoneen (M. symphysogynae), um sie von den freiblumigen (M. eleutherogynae), den Liliaceen, Palmen, Aroideen, Sumpflilien und Glumaceen, zu unterscheiden.

Eine kleine Wasserpflanze dieser Ordnung verdient einer besondern Erwähnung, wegen der Eigenthümlichkeiten ihrer Befruchtungsweise. Es ist dieses die spiralige Vallisnerie (Vallisneria spiralis). In Italien und im südlichen Frankreich ist dieselbe in allen Kanälen zu finden, in einigen Armen der Rhone besonders häufig und im Kanal von Languedoc sogar der Schifffahrt lästig. Der Blüthenstengel der weiblichen Pflanze rollt sich bei seiner Entwicklung spiralförmig auf, zur Blüthezeit aber streckt er sich aus, so daß die Blume die Oberfläche des Wassers erreicht. Die männlichen Blumen aber, erleichtert durch die in ihrer noch geschlossenen Blumenhülle sich ansammelnde Luftart, streben so heftig aufwärts, daß sie sich von ihren kurzen Stielen, welche nicht nachgeben können, völlig losreißen. Sich öffnend, treiben sie dann, wie kleine Gondeln, auf dem Wasser dahin und gerathen, indem sie ihren Blüthenstaub ausschütten, leicht in die Nähe der weiblichen Blumen, deren Befruchtung auf diese Weise ungestört an der Luft vor sich gehen kann. Nach vollendeter Befruchtung sinkt die weibliche Blüthe, durch die Elastizität ihres spiraligen Stieles gezogen und nach Hinfall ihrer Blätter nicht mehr im Stande, sich oben zu halten, wieder in die Tiefe, indem der Stiel sich wieder einrollt, und der Same reift nun im Wasser selbst.

Neunte Ordnung.

Die Bananengewächse. Scitamineæ.

Von ähnlicher Wichtigkeit für die Existenz des Menschen, wie diejenige, welche die Getreidearten in allen gemäßigten Klimaten besitzen, sind in der heißen Zone die Bananengewächse oder Paradiesfeigen (Musaceae), nach welchen man eine Ordnung von Pflanzen benannt hat, deren hervorragendste Gattungen eben dieser Familie angehören, während jedoch auch die Familie der Blumenrohre (Cannaceae) und die der Gewürzlilien (Amomeae) zu derselben Ordnung gezählt werden müssen.

Der Paradiesfeigenbaum oder Pisang (Fig. 315) und die übrigen Bananengewächse haben ein mächtiges Rhizom im Erdboden, aus welchem ungeheure, 10 bis 20 Fuß hohe Schäfte hervorsprossen, welche mit ihren Büscheln kolossaler Blätter (Fig. 316), von deren Blattscheiden sie umgeben sind, wie palmenähnliche Bäume erscheinen. Aus der Mitte eines jeden solchen Blätterbüschels ragt der dünne Schaft als Axe des einzigen Blüthenstandes hervor. Derselbe trägt eine etwa vier Fuß lange Blüthenähre mit sehr zahlreichen Blüthen, deren scheidenartige Deckblätter abfallen und deren epigynische Kelch- und Blumenblätter eine so ungleiche Länge besitzen, daß die ganze Blume

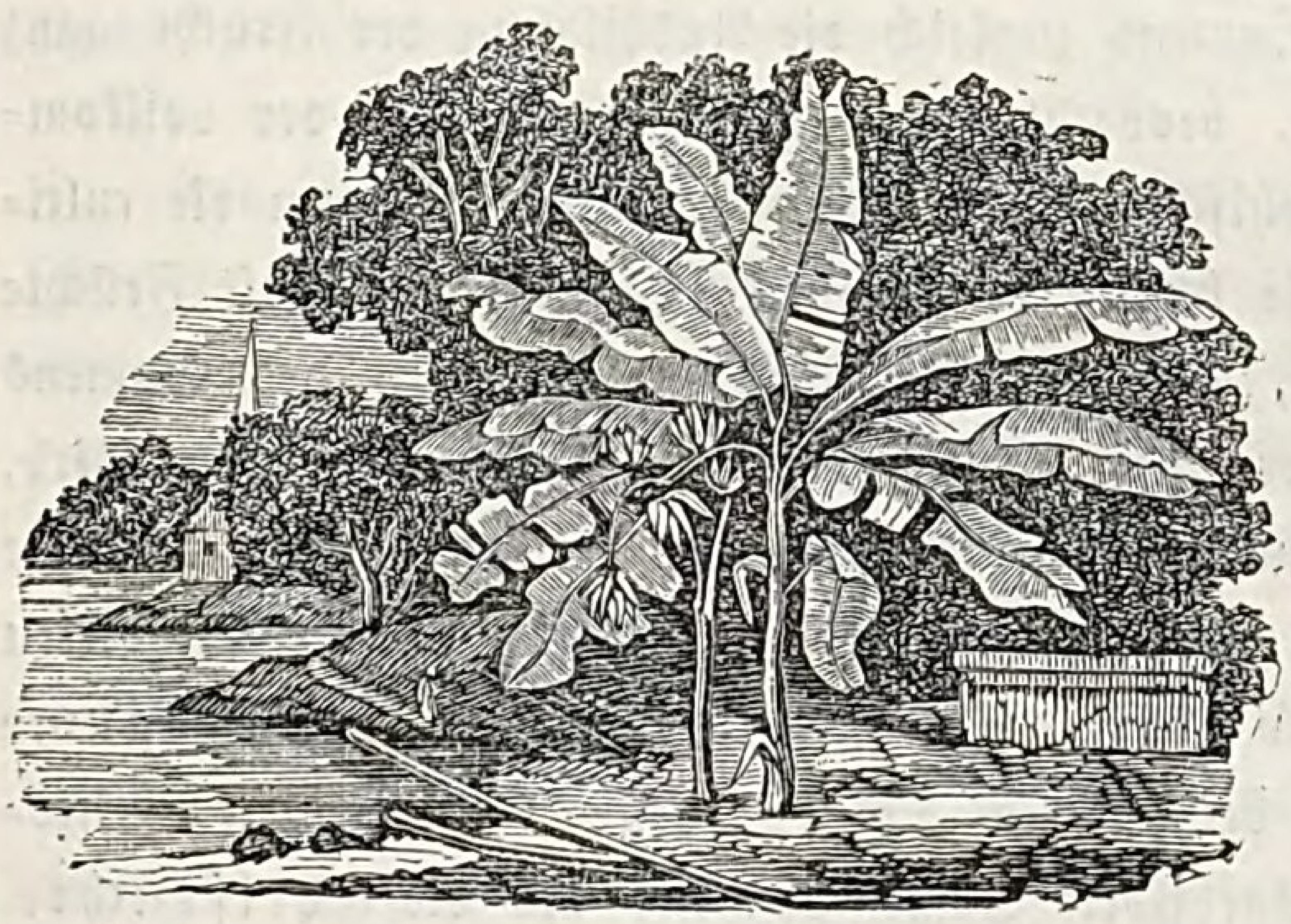


Fig. 315. Der Paradiesfeigenbaum (Musa paradisiaca).

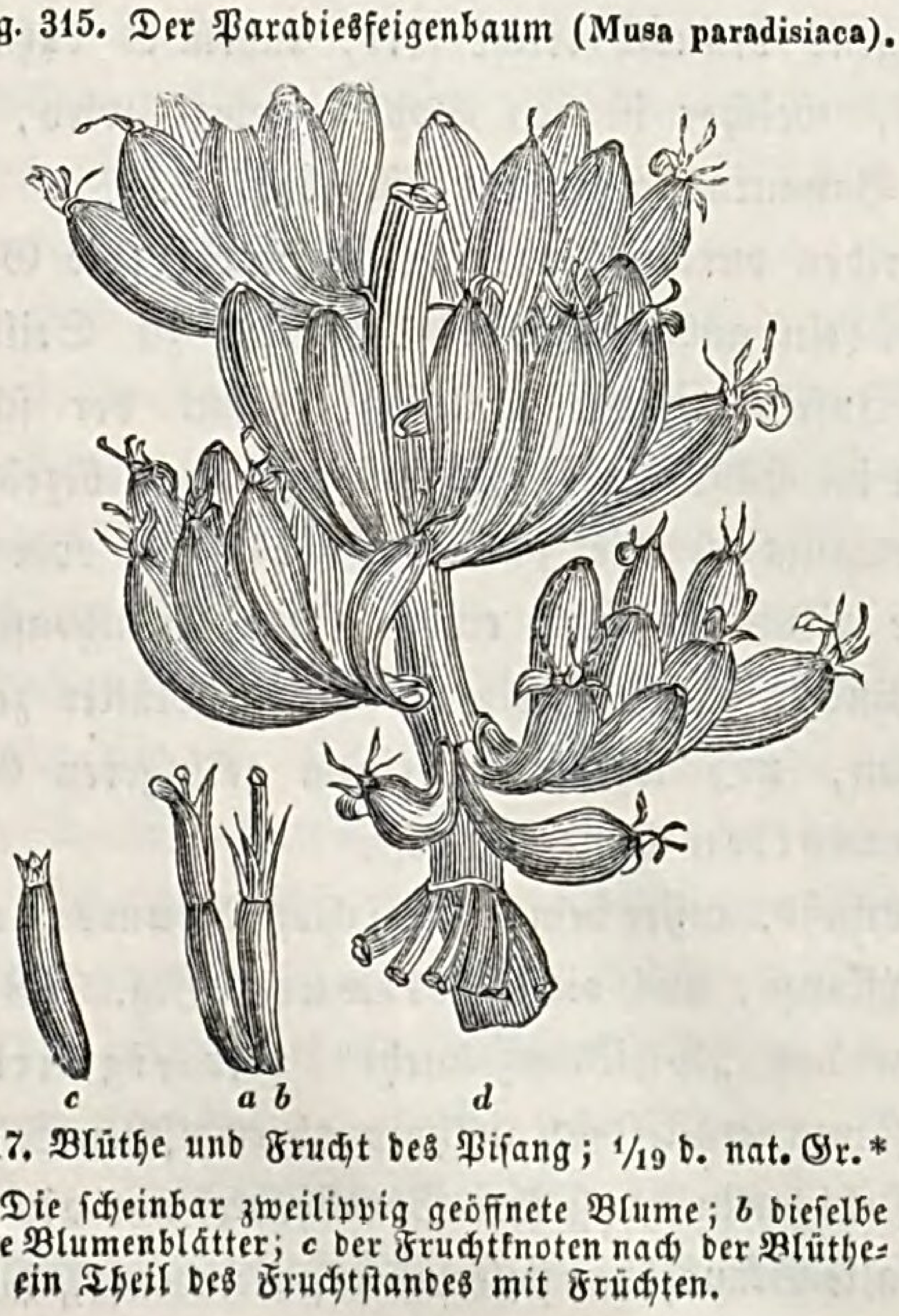


Fig. 317. Blüthe und Frucht des Pisang; 1/19 d. nat. Gr.*

* a Die scheinbar zweilippig geöffnete Blume; b dieselbe ohne die Blumenblätter; c der Fruchtknoten nach der Blüthezeit; d ein Theil des Fruchtstandes mit Früchten.

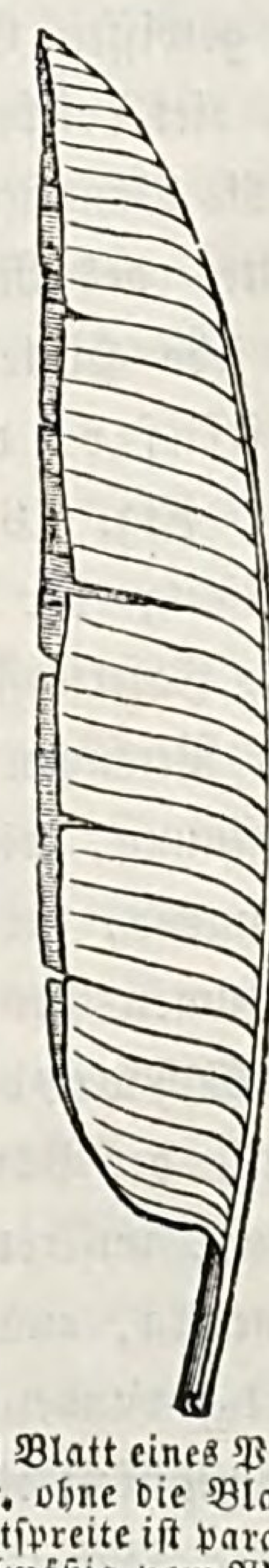


Fig. 316. Das Blatt eines Pisang. — 1/30 der nat. Gr. ohne die Blattscheide.*

* Die Blattspreite ist parallel den Seitennerven unregelmäßig vom Winde eingerissen.

fast zweilippig erscheint (Fig. 317, a). Die Staubfäden tragen häufig keine Staubbeutel (b), und somit wird dann der Griffel nicht befruchtet. Nach der Blüthe bleiben die Ueberreste der Blume vertrocknend auf dem Fruchtknoten stehen (c), welcher letztere sich zu einer gurkenähnlich gestalteten, dreifächerigen, fleischigen Beere ausbildet. Solcher Bananenfrüchte trägt der herabhangende Blüthenstand eine ungeheure Zahl, und jede derselben besitzt eine beträchtliche Größe. Eine einzige Pflanze kann daher auf ihren gewaltigen Schäften in einem Jahre 1½ Centner solcher Früchte tragen, welche dem Bewohner der heißen Zone eine treffliche Nahrung liefern. Wer erkennte nicht in dem ungeheuren und völlig mühelosen Ertrage solcher Gewächse einen Zusammenhang mit dem Culturzustande der Bewohner jener Erdstriche, deren fünfzig vollauf und ohne Arbeit ihre Nahrung gewinnen könnten von einer Bodenfläche, welche in unserm Klima, mit rastlosem Schweiße beackert, eine Weizenernte ertragen würden, kaum für drei Menschen zum Jahresunterhalte genügend. Von den Bananen leben im südlichen Asien wie im heißen Theile Amerika's viele Millionen Menschen fast ausschließlich. Während wir bei vielen Pflanzen mit ausdauerndem Rhizome, und besonders bei den durch Zwiebelbrut sich fortpflanzenden, mit der Entwicklung des Samens zugleich die Ausbildung der Frucht ganz in den Hintergrund gedrängt sehen, beobachten wir hier ein Beispiel der vollkommensten Fruchtbildung bei völlig fehlschlagender Samenerzeugung, indem die cultivirten Bananengewächse, ähnlich wie häufig die Ananas, gänzlich samenlose Früchte zu tragen pflegen. Ja es scheint, als ob durch das Fehlschlagen des Samens vielmehr eine um so ausgezeichnetere Ausbildung der Frucht hervorgerufen wird, indem die wildwachsenden und samentragenden Pflanzen bei Weitem minder fleischige Früchte liefern. Doch steht dieses Verhältniß hier nicht einzig da — bei vielen cultivirten Gewächsen beobachtet man Aehnliches, z. B. beim Brodfruchtbaume und in einem gewissen Grade auch bei unserem Obste, dessen ungenießbare Wildlinge meistens viel vollkommener ausgebildete Samen besitzen, als die Edelfrüchte. Man pflanzt die Bananengewächse übrigens dennoch leicht fort, indem es dazu nur eines Abschnittes des Rhizomes bedarf, welcher in den Boden gelegt wird, und daher ist fast jede Hütte Indiens von Bananenpflanzungen umgeben.

Die Bastfasern der die Blattscheiden durchziehenden Gefäßbündel (die Gefäße s. Seite 651, Fig. 76, c, d) geben ein ausgezeichnetes Material zu Seilwerk. Von dem Pisang der Molukkischen Inseln (Musa textilis) kommt der schöne, seidenglänzende Faserstoff, welchen man im Handel als „Manillahanf" bezeichnet.

Mit den Pisangen sehr nahe verwandt ist die schöne Strelitzia vom Cap der guten Hoffnung, deren prachtvolle Blumen, aus einer engen Blüthenscheide sich hervordrängend, im Großen die nämliche Ungleichheit der Blumenblätter zeigen, welche die Blumen der Pisange besitzen, und welche in einem geringeren Grade auch bei den Schwerdteln und Amaryllen bemerkbar ist.

Die Familie der Blumenrohre umfaßt, außer dem Indischen Blumenrohre (Canna indica), unserer beliebten Zierpflanze, auch die Pfeilwurz (Fig. 318) des wärmeren Amerika, aus deren Rhizome das „Pfeilwurzelmehl" oder eigentliche Arrow-root gewonnen wird. Diese Pflanze verästelt sich an ihrem oberirdischen Schafte. Eine Eigenthümlichkeit dieser Familie besteht darin, daß ihre Staubbeutel nur ein einziges Pollenfach besitzen; obendrein sind alle Staubfäden stets bis auf einen verkümmert.



Fig. 318. Die Pfeilwurz (Marantha arundinacea).

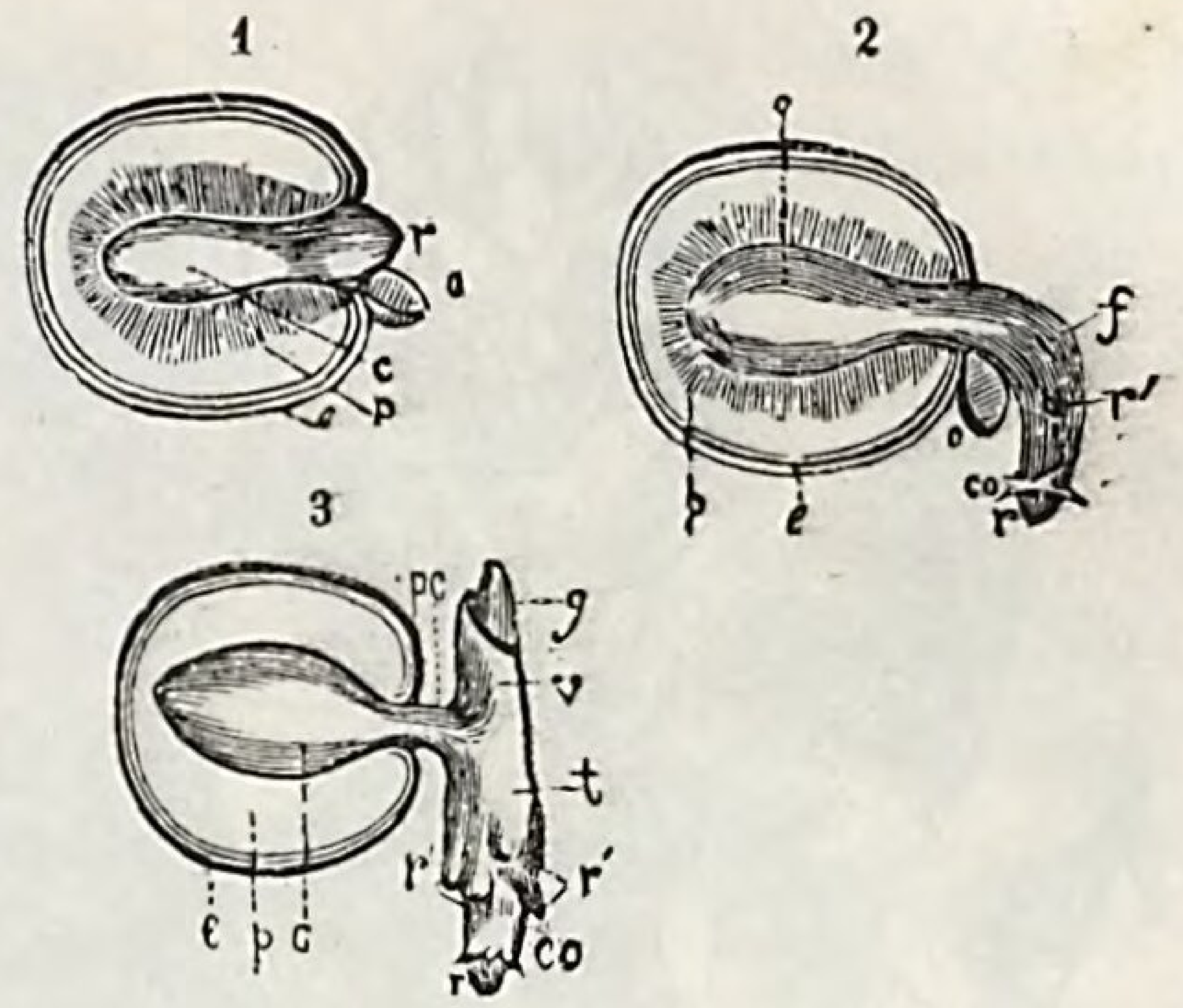


Fig. 319. Die Keimung des indischen Blumenrohres (Canna indica), dargestellt in Durchschnitten des Samens, dreifach vergrößert. *

*1 Der Embryo ist im Begriffe, sich hervorzuschieben; *e* Samenschale; *p* Endosperm; *c* Cotyledon; *r* Axenorgan; *o* ein Stückchen der Samenschale, welches sich wie ein Deckelchen geöffnet hat. — 2 Die Entwicklung des Axenorganes beginnt; *co* scheidenartiges Gewebe, welches die Spitze der Axe umgibt; *r'* Anlage zur ersten Adventivwurzel; *f* Keimungsspalte. — 3 Schluß der Keimung; *pc* stielartiger Theil des Cotyledon; *v* scheidenartiger Theil; *g* Keimungsknöspchen, aus der Spalte der Scheide hervorgebrochen; *t* Axenorgan; *r'r'* Adventivwurzelchen.

Die erbsengroßen, schwarzen Samen des Indischen Blumenrohres, welche nicht selten zu Perlschnüren benutzt werden, können zu einer lehrreichen Beobachtung des Vorganges der Keimung benutzt werden (Fig. 319). Besonders deutlich zeigt sich hier die Uebereinstimmung der Entwicklung des Cotyledon mit Blattorganen. Derselbe bleibt hier bei der Keimung im Samen stecken, dessen Endosperm um so mehr abnimmt, je mehr jener wächst. Der untere Theil des Cotyledon fährt während dessen fort, sich zu verlängern, und erzeugt somit nicht nur einen stielartig verschmälerten Theil, welcher das Keimungsknöspchen und das Axenorgan gänzlich aus dem Samenkorne hervorschiebt, sondern wenn darauf die Entwicklung der Axe beginnt, so bildet sich um dieselbe noch eine deutliche Blattscheide, und erst mit der Ausbildung dieses Theiles erlischt die Entwicklungsfähigkeit des Cotyledon, dessen ursprünglich im Samen vorhandener Theil somit nur der eigentlichen Blattspreite zu vergleichen war.

Die Familie der Gewürzlilien zeichnet sich durch gewürzhaft duftende und schmeckende ätherische Oele aus, deren Natur übrigens noch wenig bekannt ist. Die Ingwerpflanze (Amomum zingiber) und die Galgantwurz (Alpinia galanga) liefern bekannte Gewürze und Arzneimittel in ihrem Rhizome, dem Ingwer (zingiber officinale) und Galgant (radix galangae); die Kardamomen und Paradieskörner sind die Samen von Pflanzen des Geschlechtes der Alpinien und Amomen. Die Kurkumeipflanze (Fig. 319, a) enthält in ihrem Rhizome einen schönen gelben Farbstoff. Von einer naheverwandten Pflanze kommt der Zittwer. Alle diese Gewächse sind im südöstlichen Asien, theilweise auch in Afrika einheimisch. Die Ingwerpflanze (Fig. 320) treibt theils belaubte Schäfte, welche keine Blüthen tragen, theils Blüthenschäfte, deren, nur von kurzen, schuppenartigen Deckblättern begleitete, seitenständige Blüthen sehr unregelmäßig gebildet erscheinen. Von den drei Kelchblättern sind nämlich zwei größer als das dritte aufwärts gerichtete, von den drei Kronenblättern dagegen ist das abwärts gerichtete viel größer, dreilappig.



Fig. 319, *a*. Die Kurkumeipflanze (Curcuma longa).



Fig. 320. Die Ingwerpflanze (Amomum zingiber).

Zehnte Ordnung.

Die Orchideen. Orchideæ.

Die unregelmäßige Form der Blüthen, welche wir beim Ingwer fanden und zu welcher schon die Amaryllideen die Anlage zeigen, charakterisirt die Orchideen im höchsten Grade. Die drei Kelchblättchen des epigynischen Perigons sind ziemlich gleich, von den drei Kronenblättern aber zwei diesen ziemlich gleich, während ein drittes, das sogenannte Lippchen, außerordentlich groß zu sein pflegt. Während der Knospenlage ist dieses Lippchen der Axe des Blüthenstandes zugewandt; gegen die Zeit des Aufblühens aber dreht sich die Blume um ihre eigene Axe in solchem Grade, daß das Lippchen gerade in die entgegengesetzte Stellung geräth und somit bei der offenen Blume nach außen und abwärts gerichtet ist, während von den kleineren Perigonblättchen drei oder alle fünf sich aufwärts gegen die Hauptaxe richten und die ganze Blume dadurch einigermaßen zweilippig erscheint (Fig. 321). Das Lippchen ist an seinem Saume mehr oder weniger eingeschnitten, meistens daher dreitheilig (Fig. 322), und während es bei dem schönen Frauenschuh (Cypripedium calceolus) eine sackartig hohlgebogene, pantoffelähnliche Form besitzt, ist es bei vielen anderen Orchideen an seinem Grunde trichterförmig vertieft, und zwar in solchem Grade, daß der enge Trichter fast röhrenartig verlängert als ein oft wunderbar gestalteter Sporn neben dem Fruchtknoten zurückgekrümmt liegt.

Auch hier findet ganz allgemein eine theilweise Verkümmerung der Staubfäden statt, so daß bei der Mehrzahl der Orchideen nur ein einziger, dem Lippchen gerade entgegengesetzt, sich ausbildet, während von zweien andern nur geringe Spuren, die sogenannten Staminodien, bemerkbar sind (Fig. 323). Der Frauen-

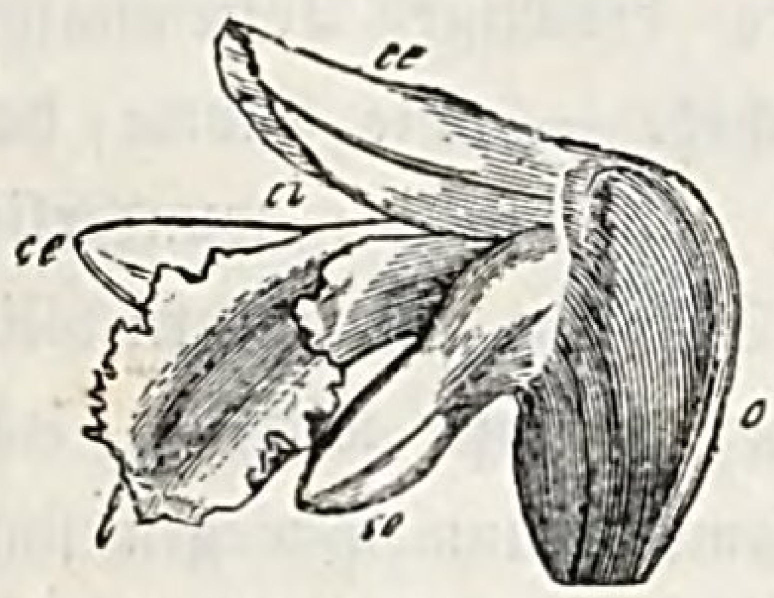


Fig. 321. Die Blüthe der Herbstdrehblume (Spiranthes autumnalis), geöffnet. *

* o Fruchtknoten; cs Kelchblätter; ci die beiden kleinen Kronenblätter; l das Lippchen.

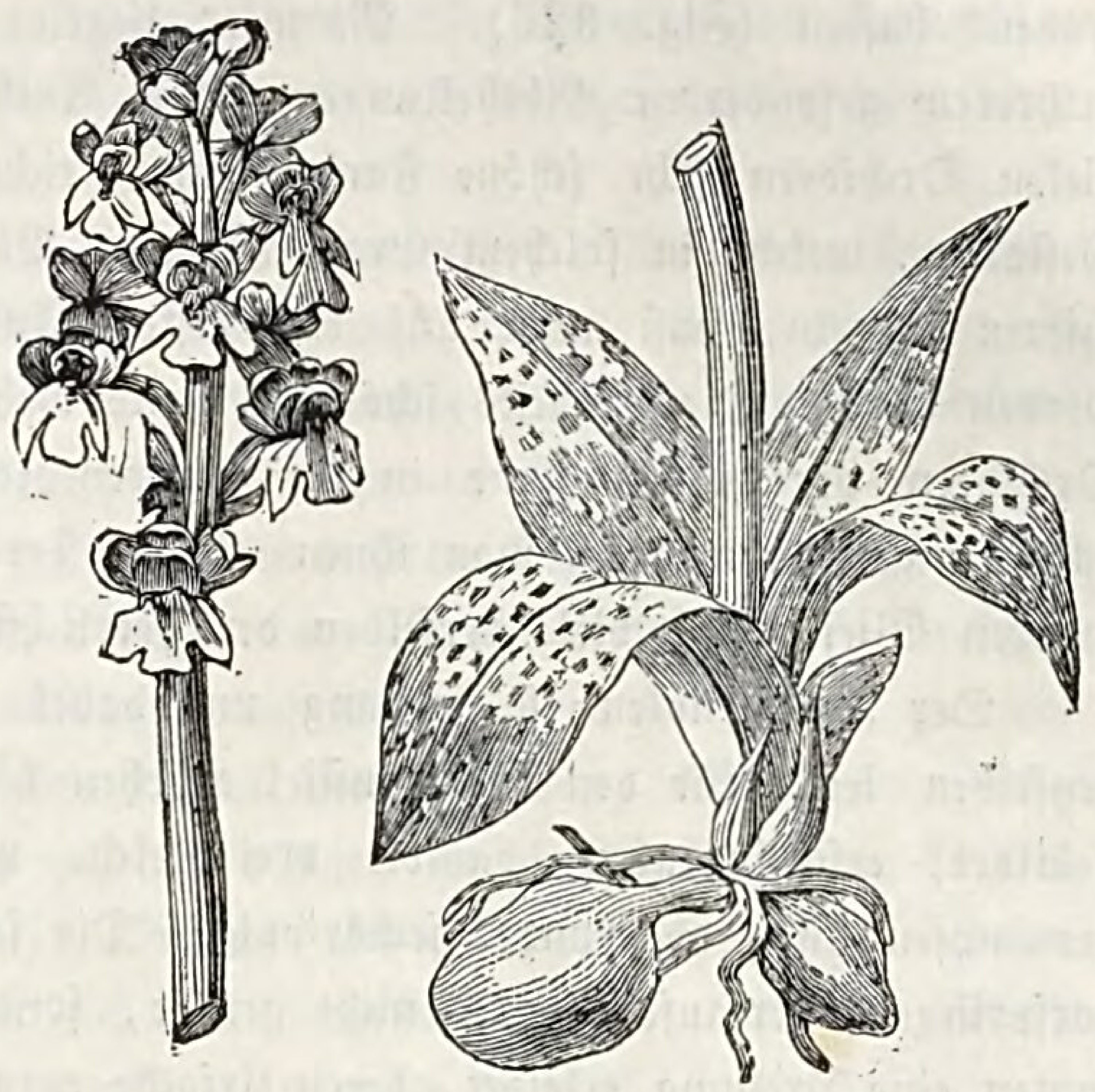


Fig. 322. Die Salepорchis (Orchis mascula).

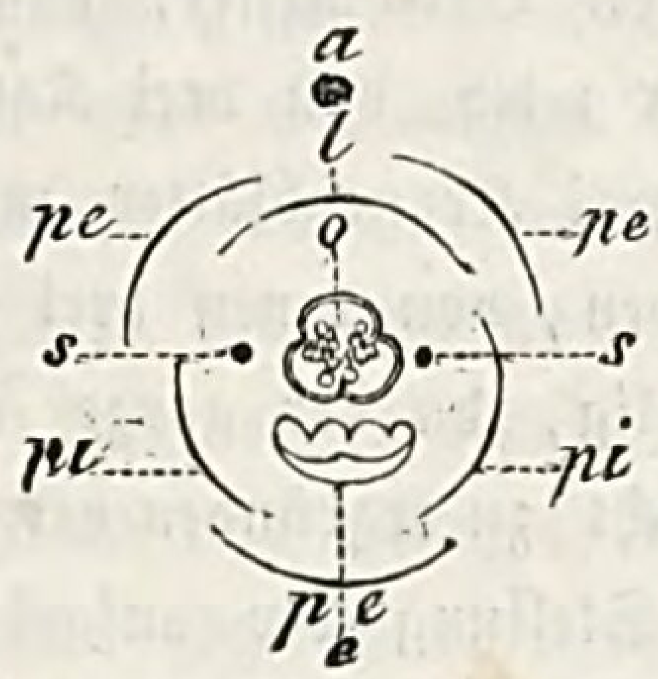


Fig. 323. Diagramm der Herbstdrehblume vor der Drehung. *

* a Axe des Blüthenstandes; pe Kelchblätter; pi kleine Kronenblätter; l das Lippchen; e die Anthere; ss Staminodien (verkümmerte Staubfäden); o Fruchtknoten.



Fig. 324. Die Anthere der Herbstdrehblume von der inneren Seite, um ihre beiden Fächer zu zeigen.

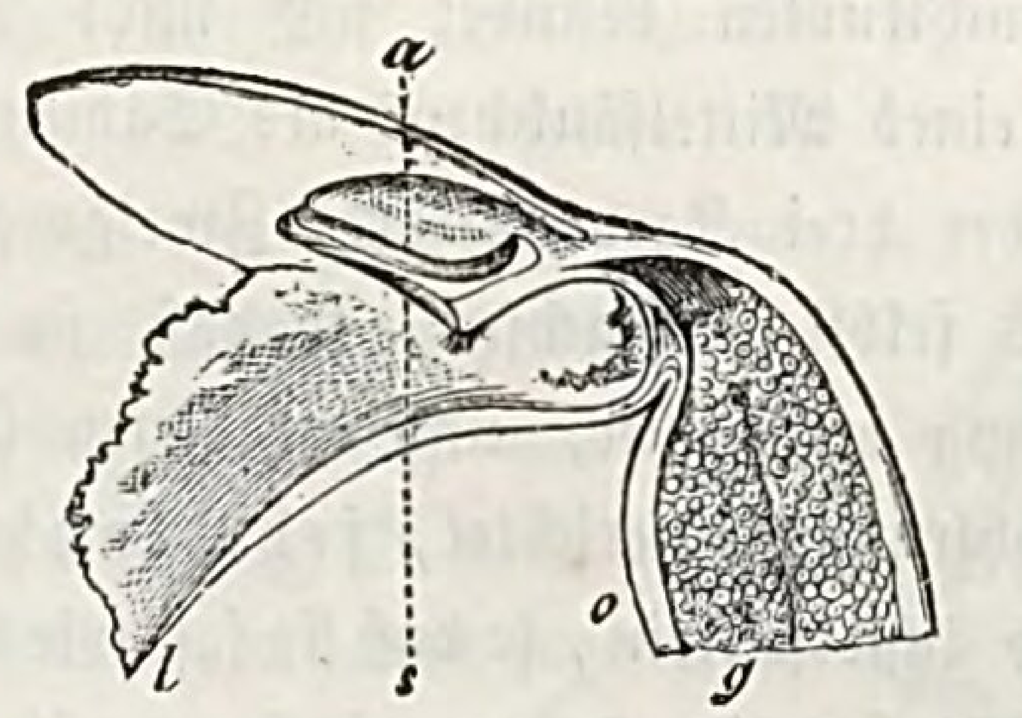


Fig. 325. Die Herbstdrehblume, senkrecht geschnitten. *

* l Lippchen; s Narbe des Gynostemium; a Anthere desselben; o Fruchtknoten; g Samenknöspchen in demselben.

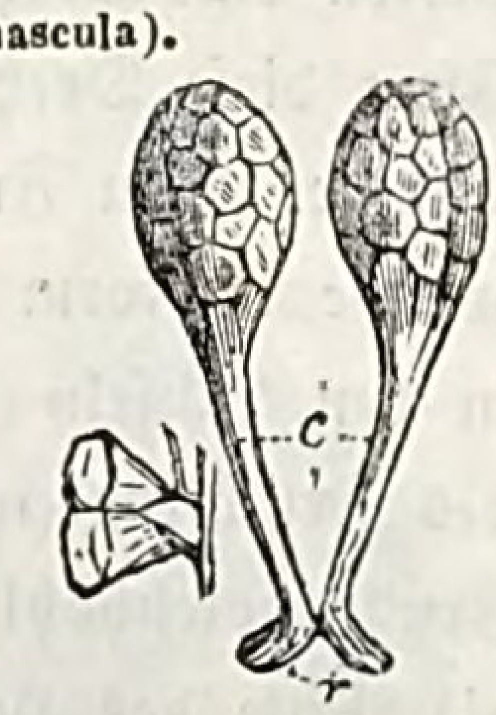


Fig. 326. Die beiden Pollenklümpchen der gefleckten Orchis (Orchis maculata), aus den Antherenfächern herausgenommen, vergrößert; c die stielartigen Schleimfäden; daneben zwei der keilförmigen Pollenmassen, abgesondert.

schuh macht eine Ausnahme, indem bei diesem gerade das eine, dem Lippchen gegenständige, verkümmert oder vielmehr blumenblattähnlich ausgebildet ist, die beiden andern dagegen sich vollkommen entwickelt haben. Der vorhandene Staubfaden ist nach der ganzen Länge seines Filaments mit dem Griffel verwachsen, welcher daher als ein ziemlich dickes, freilich nur kurzes, Säulchen in der Mitte der Blüthe erscheint, und neben der, einer schiefen, honigtriefenden Fläche gleichenden, Narbe den großen zweifächerigen Staubbeutel (Fig. 324) trägt. Man nennt dieses ganze Organ das Gynostemium (Fig. 325). Der Pollen, welcher in den Staubbeutelfächern sich ausbildet, bleibt hier, eigenthümlicher Weise, auf einer unvollkommeneren Bildungsstufe stehen, als bei den meisten andern Pflanzen, indem die Zellen desselben, zunächst zu je vieren, wie sie in den Mutterzellen sich bildeten, zusammenhangend, durch eine zähe, klebrige Schleimmasse, wahrscheinlich das Produkt der Auflösung der Mutterzellen und der umgebenden Antherenzellen, zu einem wachsartig teigigen oder bröckligen Klümpchen zusammengeballt bleiben. Dieses Klümpchen, meistens von kolbenförmiger Gestalt, läßt sich äußerst elastisch auseinander ziehen; es hangt gewöhnlich auf einem elastisch schleimigen Faden und besteht zunächst wieder aus einer Anzahl keilförmiger Massen, welche an der Spitze dieses

Fadens haften (Fig. 326). Mitunter liegen mehrere bröcklige Pollenmassen in mehreren gesonderten Abtheilungen jedes Antherenfaches. — Die Blume hat bei vielen Orchideen sehr schöne Farben und Zeichnungen und oft die wunderlichsten Gestalten, welche in solchem Grade Fliegen, Bienen, Spinnen und andern Gliederthieren ähneln, daß man auf den ersten Anblick der Pflanze wirklich getäuscht werden kann. Dieser theils schönen, theils mehr seltsamen Blumen wegen sind die Orchideen der heißen Zone in der neueren Zeit so außerordentlich beliebte Zierpflanzen geworden, daß man ihnen eigene Treibhäuser einräumt. Aber auch auf unseren Wiesen sind viele derselben der herrlichste Schmuck des Frühlings.

Der Fruchtknoten ist so lang und dabei gering von Durchmesser, daß man denselben leicht für den Blüthenstiel ansehen könnte. Er wird von drei Karpellen gebildet, erscheint aber, da die drei Kelche und die drei Kronenblätter mit ihm verwachsen sind, abgerundet sechsrippig. Die sechs Rippen, von denen drei stärker vorspringen, verlaufen jedoch nicht gerade, sondern spiralig, da der ganze Fruchtknoten eine Drehung erleidet, deren Ursache man noch nicht zu ergründen vermochte. Eben diese Drehung aber ist die Ursache der verkehrten Stellung der aufgeblühten Blume. Im Fruchtknoten befindet sich nicht eine Verlängerung der Blüthenaxe, welche in Form eines Mittelsäulchens als Samenträger dient, sondern es entspringen in den Achseln der drei Karpelle drei Zweigorgane, welche mit den Wandungen des Fruchtknotens selbst verwachsen, so daß sie als einspringende Längsrippen der Fruchtknotenhöhlung erscheinen, und an diesen stehen scheinbar wandständig, gegen die Mitte des Hohlraumes gerichtet, sehr zahlreiche Samenknöspchen (Fig. 327). Die Samen sind äußerst klein, so daß sie fast wie Wurmmehl aussehen. Jedes Samenkörnchen (Fig. 328) hat eine äußere, lockere, zellige Hülle von Spindelform, und unter dieser eine dickere, kugelig eiförmige. Befreit man den mikroskopisch kleinen, von keinem Endosperm begleiteten Embryo von diesen Hüllen, so zeigt sich derselbe als ein Kügelchen von dichtem Zellgewebe, an welchem ein Grübchen den Punkt bezeichnet, aus welchem das Keimungsknöspchen bei der Keimung hervorbricht. Das rundliche Höckerchen neben dieser Grube ist der Cotyledon (Fig. 329). Uebrigens ist die Fortpflanzung durch den Samen bei den Orchideen, wie bei fast allen Gewächsen mit vermehrungsfähigem Axenorgane, nur ganz untergeordnet; die Samen reifen selten. — Die reifen Kapseln (Fig. 330) springen sechsklappig auf, jedoch



Fig. 327. Vergrößerter Querschnitt des Fruchtknotens der Herbstdrehblume.



Fig. 328. Ein abgesondertes Samenkorn der Mannsorchis (Ophrys anthropophora) mit seinen Hüllen, stark vergrößert.



Fig. 329. Der Embryo der Mannsorchis, aus seinen Hüllen genommen, stark vergrößert.

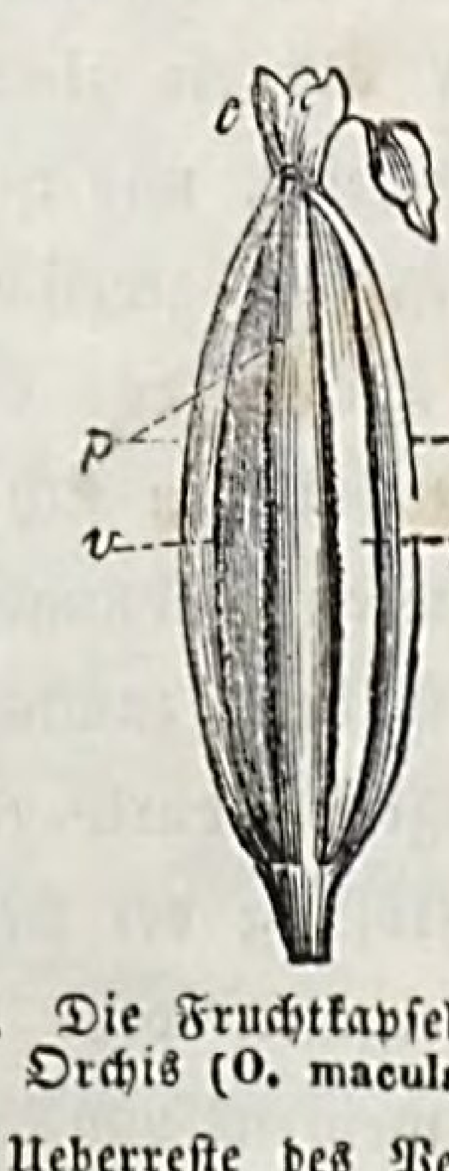


Fig. 330. Die Fruchtkapsel der gefleckten Orchis (O. maculata). *

* c Ueberreste des Perigons; *pp* die Klappen, an welchen innerlich die Samenträger befestigt sind; *vv* die drei aufspringenden, schmaleren Klappen.

so, daß die drei Klappen, mit deren innerer Wand die Samenträger verwachsen sind, an der Spitze zusammengeschlossen bleiben, während die drei andern schmaleren sich zurückschlagen.

Das Wachsthum der Orchideen hat viel Eigenthümliches. Aus dem Embryokügelchen sproßt ein Schaft hervor, welcher an seinem unteren Theile eine Anzahl großer Blätter besitzt, weiter oben aber den rispen- oder traubenförmigen Blüthenstand trägt, dessen Blüthenzweige in den Achseln schmaler Deckblättchen stehen. Am unteren Ende dieses Pflänzchens befinden sich mehrere kurze und dicke Adventivwurzeln. Eine von diesen bildet sich entweder zu einem Rhizome aus, welches jedoch immer gegen den Schaft sehr unbedeutend erscheint, oder sie schwillt zu einer kugeligen oder eiförmigen, mitunter sehr seltsam handförmigen, Knolle an. Eine solche Knolle, welche freilich nußgroß zu sein pflegt, ist gleichwohl häufig so sehr ein Nachbild des Embryo, daß beiderlei Organe als gleichartig angesehen werden dürfen. Aus dieser Knolle entwickelt sich im folgenden Jahre ein neuer Schaft mit Blättern und Blüthen, nachdem der erste im Herbste abgestorben ist; sogleich aber entsteht auch eine neue Knolle für das folgende Jahr. Man findet daher meistens zwei Knollen neben einander im Boden (Fig. 331), selten drei solche, da die alten immer verfaulen. Die Orchideen ohne Knollen scheinen auf den ersten Blick einen einfachen Wurzelbüschel zu haben, aber neben dem Ursprunge des ersten Schaftes entspringt aus jenem ein folgender; das Rhizom ist nur sehr gering. In den Knollen ist Stärkemehl und ein eigenthümlicher Schleim, das sogenannte Bassorin, angesammelt. Getrocknet geben sie den bekannten Salep.

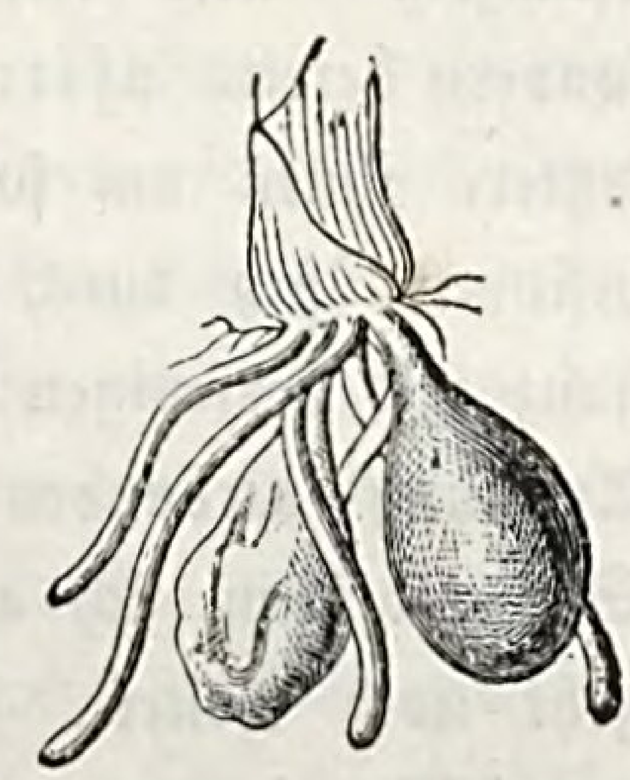


Fig. 331. Das Knollenrhizom einer Orchis.

Während die Orchideen unserer Gegenden größtentheils einen kalkigen Thonboden lieben und ohne Kalkerde nicht gedeihen, gibt es in wärmeren Ländern, besonders in der heißen Zone, viele Pflanzen dieser Ordnung, welche auf Bäumen vegetiren und dabei nicht etwa als Schmarotzer von deren Säften sich nähren, sondern sich nur mit einem Theile ihrer dicken, wurmförmigen Wurzeln in den Spalten der Borke festklammern, wo sie durch den zugeflogenen oder vom Regen aus der Luft niedergeschlagenen und angesammelten Staub die nöthigen erdigen Substanzen vorfinden, während sie übrigens ihre Nahrung einzig aus der Luft durch die atmosphärische Feuchtigkeit aufsaugen. Man nennt ihre großentheils ganz frei in der Luft hangenden Wurzeln daher „Luftwurzeln". Einige solcher Orchideen erhalten sich wirklich fast ganz allein durch die Feuchtigkeit der atmosphärischen Luft, so daß selbst abgeschnittene Zweige derselben sich im Zimmer lange frisch erhalten, ja die Japanische Baumorchis (Dendrobium moniliforme) grünt, über den Hausthüren aufgehängt, jahrelang fort und treibt im ersten Jahre sogar unter solchen Verhältnissen noch Blüthen. Die Vanillenpflanze (Epidendron vanilla) Südamerika's, deren lange Früchte, mit dem balsamischsten Oele durchdrungen, die als Gewürz so bekannte „Vanille" liefern, gehört zu den auf Bäumen lebenden Orchideen, doch hat dieselbe einen ganz andern Wuchs, als unsere einheimischen Orchideen, indem ihr Stamm ein langgestreckter kletternder Stengel ist. Die Frucht ist innen ganz gefüllt mit den schwarzen Samen und mit

einem Zellenbrei, welcher durch eine wuchernde Zellenbildung des den Fruchtknoten auskleidenden leitenden Gewebes entsteht.

Mehrere Orchideen sind dagegen ächte Schmarotzergewächse, d. h. sie nähren sich von den Säften anderer Pflanzen, auf deren Wurzeln sie wachsen. So findet man in unseren feuchten modergrundigen Wäldern die Vogelnestwurz (Neottia nidus avis), welche im Boden mit ihrem knolligen Rhizome auf Baumwurzeln so angewachsen ist, daß sie mit denselben innigst zusammenhangt, wobei dann freilich eine ganze Zahl von büschelig zerästelten Wurzeln nach allen Seiten in dem Moder sich verflechten und eine vogelnestähnliche Masse darstellen. Die blattlose Aufbartorchis (Epipogium aphyllum) steht auf faulen Baumstämmen in schattigen Gebirgswäldern, mit einem haselnußgroßen Rhizomknollen aufgewachsen, aus welchem sich kriechende Faserwurzeln in das faulende Holz einsaugen. Die kriechende Gudyere (Goodyera repens) nährt sich mit den Wurzeln ihres kriechenden Rhizoms gar von dem Modersafte faulender Tannennadeln und Moospflanzen. Alle diese Pflanzen nehmen wirklich nicht Kohlensäure und Ammoniak, sondern bereits assimilirte Pflanzensäfte zu ihrer Ernährung in sich auf, wozu letztere ihnen um so dienlicher zu sein scheinen, wenn dieselben sich im Begriffe befinden, sich durch Fäulniß zu zersetzen. Mit dieser Ernährungsweise, welche so ganz mit derjenigen der Pilze (Seite 590) übereinstimmt, ist auch eine entsprechende Athmung verbunden, denn alle diese Schmarotzer nehmen aus der Atmosphäre Sauerstoff in sich auf und hauchen Kohlensäure aus. Ja, die Uebereinstimmung geht noch weiter, indem sich auch bei diesen Pflanzen niemals die grüne Farbe entwickelt, sondern eine gelbe, bräunliche oder röthliche Farbe alle Theile derselben fast so erscheinen läßt, als ob sie sich selber in Fäulniß befänden. Mehrere derselben besitzen auch nur schuppenartige Phyllodien anstatt der Blätter.

Mit der Lebenszähigkeit der Orchideen steht es im Zusammenhange, daß bei unserem Sumpfweichkraute, unter dem Zusammentreffen uns noch unbekannter Begünstigungen, die Zellen des Blattparenchyms eine selbstständige Entwicklungsfähigkeit erlangen, so daß aus ihnen, ganz ähnlich wie aus der Keimzelle im Innern eines Samenknöspchens, ein neues Pflänzchen sich entwickelt. Bei dem straußblüthigen Milchsternkraute (Fig. 224) sahen wir Bulbillen aus der Fläche des Blattes selbst hervortreten. Hier entspringen sie am Rande, mitunter in dicht gedrängter Reihe (Fig. 332). Dieselbe Erscheinung, welche ganz ähnlich auch bei der Hyacinthe und der Meerscquilla beobachtet sein soll, wiederholt sich bei mehreren andern Pflanzen, z. B. bei den ins Wasser niederhangenden Blattspitzen einiger Aroideen und besonders auch bei einigen Dicotyledoneen, bei welchen wir dieselbe kennen lernen werden.

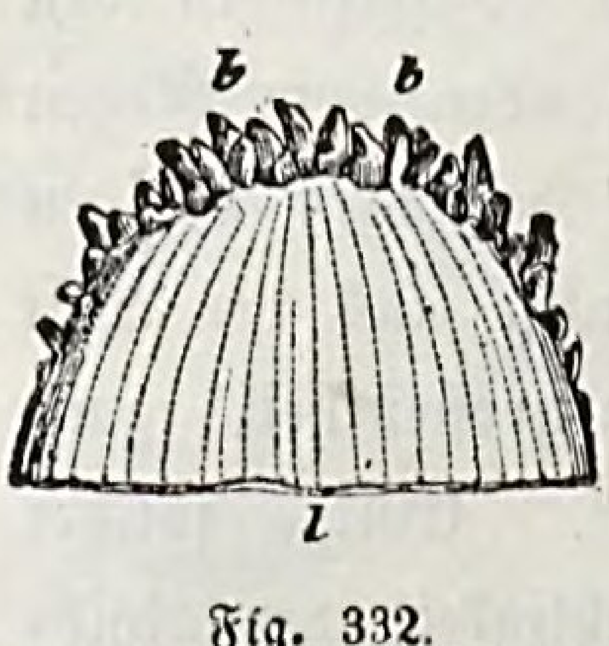


Fig. 332.
Das Ende eines Blattes des Sumpfweichkrautes (Malaxis paludosa). *

* l Blattspreite; bb Bulbillen.

Die Orchideen geben ein Beispiel der außerordentlichen Raschheit, mit welcher sich die Zahl der bekannten Pflanzen in neuerer Zeit vermehrt hat. In der Mitte des vorigen Jahrhunderts kannte man kaum mehr als ein Dutzend außereuropäischer Arten, seit aber in neuerer Zeit diese Pflanzen zu einer Modesache der Liebhaber geworden und aus allen Ländern sorgfältig aufgesucht worden sind, hat sich die Zahl der fremdländischen Orchideen rasch auf etwa 2000 vermehrt. Es ist zu

vermuthen, daß die Zahl der Arten von Pflanzen im Allgemeinen sich als eine noch kaum zu ahnende herausstellen wird, wenn man mit gleichem Eifer einst alle verschiedenen Abtheilungen des Gewächsreiches erforscht haben wird.

II. Klasse. Die zweisamenlappigen Pflanzen oder Dicotyledoneen.

Die allgemeinen Merkmale, welche die Pflanzen aus der Klasse der Dicotyledoneen auszeichnen, sind, im Gegensatze zu den Acotyledoneen und zu den Gymnospermen sowohl, als zu den Monocotyledoneen, schon theilweise (Seite 752 ff.) hervorgehoben worden. Es sind jedoch die „netzaderigen" Blätter und die stets in der Zweizahl vorhandenen Blattanlagen (Cotyledonen) des Samenembryo nur Einzelnheiten, welche als leicht aufzufassende Wahrzeichen aus der Organisation dieser Gewächse hervorgehoben werden, um dieselben zu bezeichnen, während übrigens mit diesen Besonderheiten außerdem sehr viele andere Eigenthümlichkeiten verbunden sind, deren kurze Angabe unmöglich ist, so sehr dieselben auch den dicotyledonischen Pflanzen ein in allen Stücken von den übrigen Pflanzen abweichendes Gepräge verleihen. In der Anordnung der Elementarorgane ist ihre Verwandtschaft zu den Gymnospermen, besonders zu den Coniferen, wie wir sehen werden, weit inniger, als ihre Aehnlichkeit mit den Monocotyledoneen, und dieser Umstand, welcher früher die, noch jetzt in vielen Büchern übliche, Vereinigung der Gymnospermen mit den Dicotyledoneen veranlaßte, wird uns die gegenseitige Stellung aller dieser Klassen klar erkennen lassen, wenn wir nach genauerer Betrachtung der Dicotyledoneen einen allgemeinen Rückblick auf dieselben werfen.

Uebersicht der Dicotyledoneen.

1. Ordnung: Ahorne. Acereæ.	14. Ordnung: Saftpflanzen. Succulentæ.
2. Ordnung: Troddelträger. Julifloræ.	15. Ordnung: Vielfrüchtler. Polycarpicæ.
3. Ordnung: Spinatgewächse. Oleraceæ.	16. Ordnung: Mohne. Rhœadeæ.
4. Ordnung: Seideln. Thymelææ.	17. Ordnung: Violen. Cistifloræ.
5. Ordnung: Schlangenwurze. Serpentariæ.	18. Ordnung: Kürbisfrüchtler. Peponiferæ.
6. Ordnung: Kardenträger. Aggregosæ.	19. Ordnung: Nelkenblüthler. Caryophyllinæ.
7. Ordnung: Glockenblüthler. Campanulinæ.	20. Ordnung: Malvenblüthler. Malvifloræ.
8. Ordnung: Krappe. Rubiacinæ.	21. Ordnung: Myrthenblüthler. Myrtifloræ.
9. Ordnung: Drehblüthler. Contortæ.	22. Ordnung: Storchschnäbler. Gruinalis.
10. Ordnung: Lippenblüthler. Labiatifloræ.	23. Ordnung: Schneller. Tricoccæ.
11. Ordnung: Primelblüthler. Petalanthæ.	24. Ordnung: Duftpflanzen. Therebinthinæ.
12. Ordnung: Heiden. Ericinæ.	25. Ordnung: Rosenblüthler. Rosifloræ.
13. Ordnung: Schildblüthler. Discanthæ.	26. Ordnung: Hülsenfrüchtler. Leguminosæ.

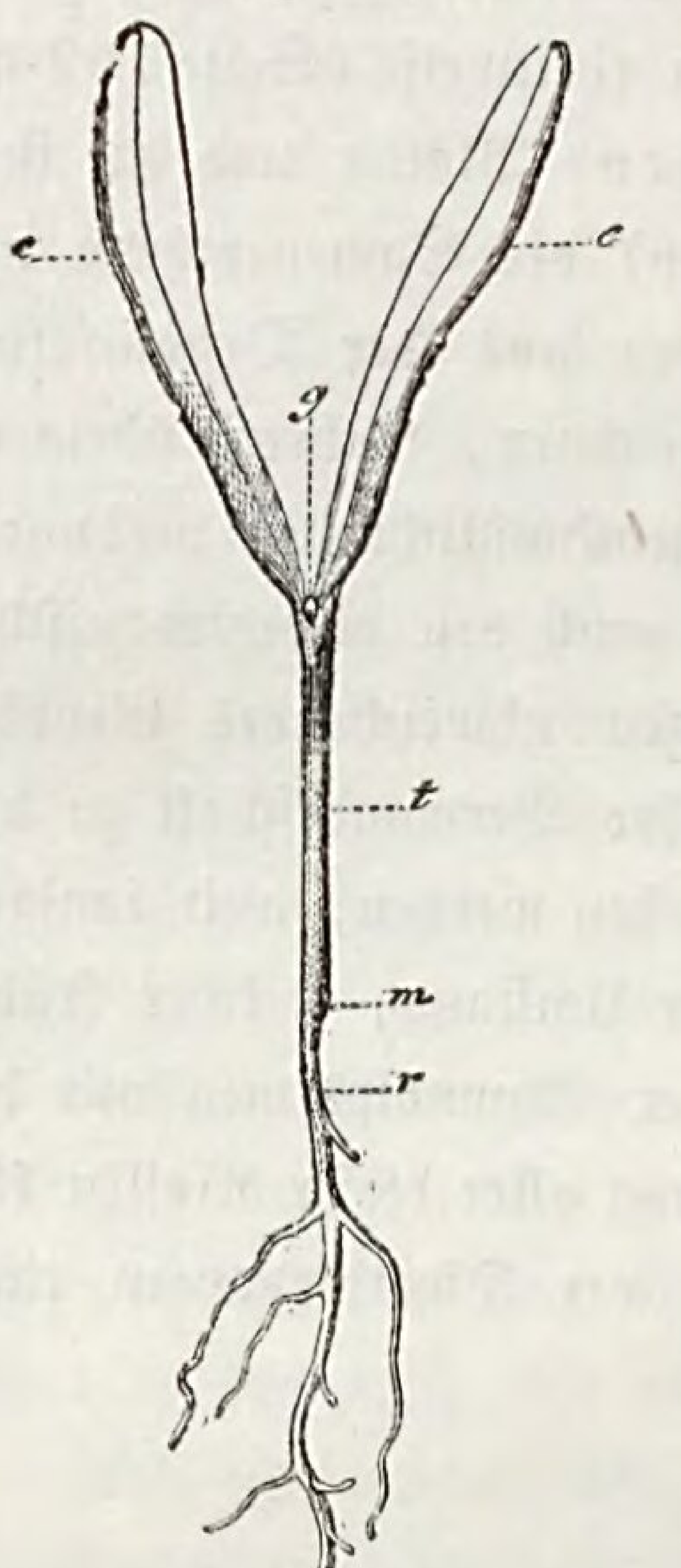
Erste Ordnung.

Die Ahorne. Acereæ.

Zur Ordnung der Ahorngewächse gehören nicht allein die Maßholder, Platanenahorne und die übrigen Gattungen des Ahorgeschlechtes (Acer),

welche die Familie der **eigentlichen Ahorne** (Acerinae) bilden, sondern auch die **Roßkastanien** und viele andere in den tropischen Gegenden einheimische Pflanzen. Die Ahorne geben uns ein passendes Beispiel zur Betrachtung der wichtigsten Eigenthümlichkeiten, durch welche die Dicotyledoneen sich vor den übrigen Pflanzenklassen auszeichnen. Der **Keimling** einer Ahornart (Fig. 333 und 334) diente uns schon früher zur Bezeichnung des Unterschiedes zwischen **Monocotyledoneen** und **Dicotyledoneen**. In demselben war ursprünglich der kleine Stamm, wie die Cotyledonen und das Keimungsknöspchen, ganz aus Parenchymgewebe gebildet. Während der Keimung, sobald die Cotyledonen die Samenschale abgeworfen haben und, der Luft ausgesetzt, eine grüne Färbung anzunehmen beginnen, und sobald am Keimungsknöspchen die ersten ächten Blätter hervorzusprossen anfangen, verlieren bereits einige Zellen des Stämmchens die Fähigkeit, sich zu vermehren, und werden folglich durch die hauptsächlich in der Längenrichtung sehr lebhaft vor sich gehende Vermehrung des umgebenden und innig mit ihnen zusammenhangenden Zellgewebes mehr und mehr in die Länge gedehnt und zu Fasern umgestaltet. Solcher Fasern zeigen sich bald mehrere bestimmte Gruppen, welche bündelartig durch die Länge des Stämmchens verlaufen, gleichweit von der Mitte und vom Umfange desselben getrennt durch Parenchymgewebe. Da die Faserbündel in einem Kreise angeordnet sind, so unterscheidet man bald das centrale **Mark** von der peripherischen **Rinde**, und zwischen den einzelnen Bündeln die ebenfalls parenchymatischen Markstrahlen (Fig. 335). Dabei ist das ganze Stengelchen noch sehr dünn; doch nimmt es fortwährend allmählig zu, indem die Zellen der sämmtlichen parenchymatischen Partieen sich lebhaft vermehren.

Fig. 333.



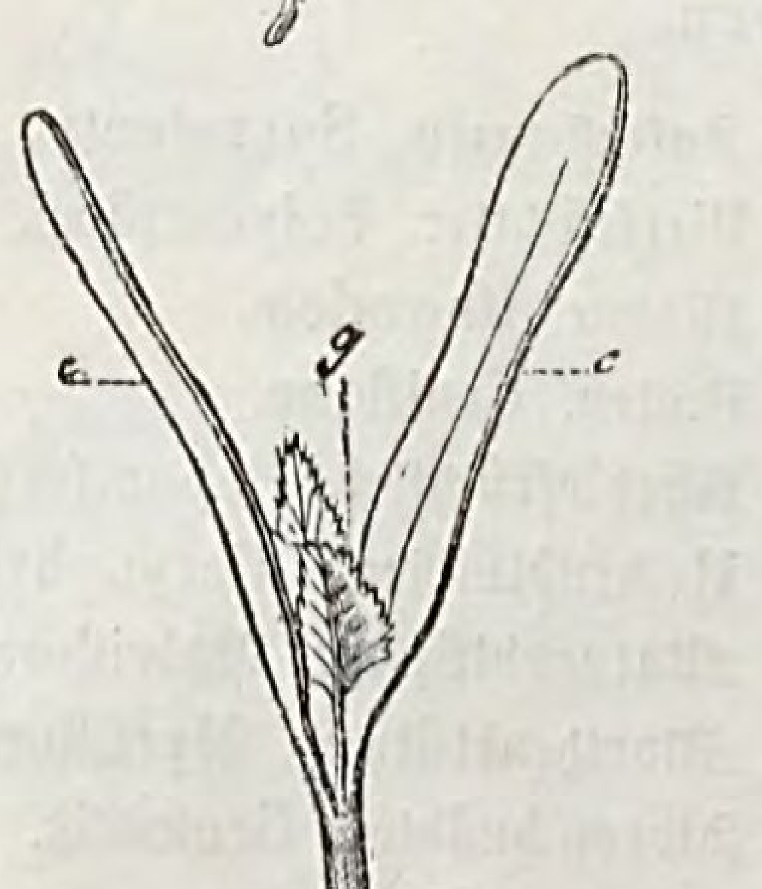
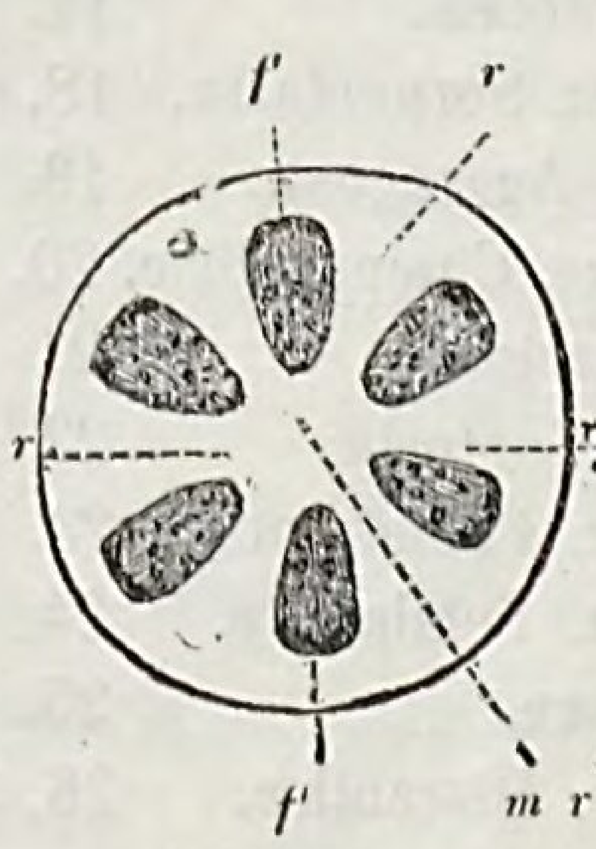


Fig. 334.

Fig. 333. Der dicotyledonische Embryo von einer Ahornart (Acer negundo). *

* cc Cotyledonen; t Stengel oder Stämmchen; m Grenze zwischen Stengel und Wurzel; r Wurzel; g Keimungsknöspchen.

Fig. 334. Der obere Theil desselben Embryo, mehr entwickelt. Aus dem Keimungsknöspchen ist schon das erste Blätterpaar entwickelt.



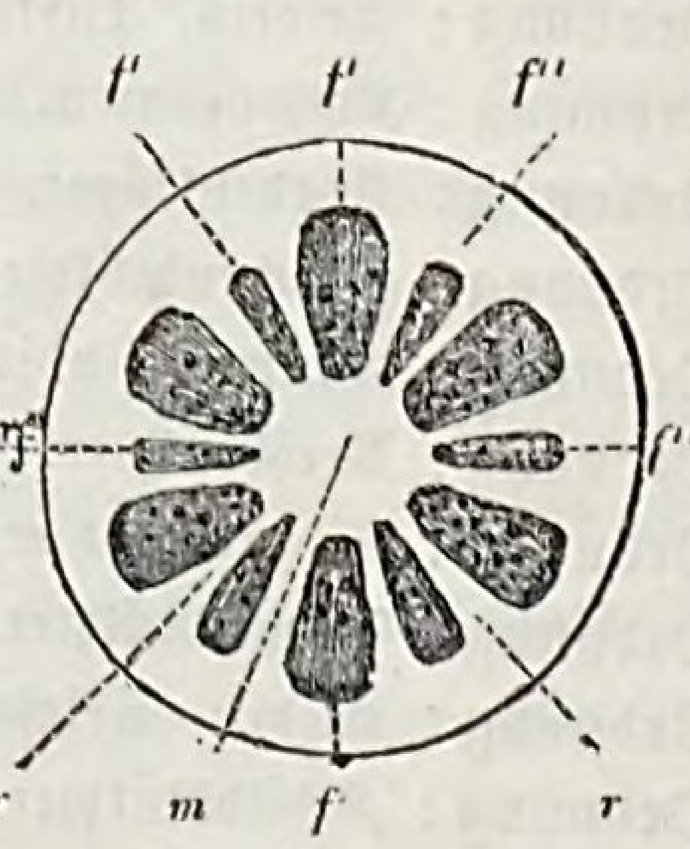


Fig. 335. Fig. 336.

Fig. 335. Vergrößerter Durchschnitt des Stämmchens einer so eben gekeimten dicotyledonischen Pflanze. *

* m Mark (mittleres Parenchym); r Markstrahlen und Rindenparenchym; f' erste Faserbündel.

Fig. 336. Vergrößerter Durchschnitt des Stämmchens in einem etwas späteren Zustande. *

* m, r, f' haben die nämliche Bedeutung; f'' zweite Faserbündel, welche in der Mitte der Markstrahlen sich entwickeln.

Sehr bald verlieren neue Gruppen von Zellen in der Mitte der Markstrahlen die Vermehrungsfähigkeit und werden somit ebenfalls zu Faserbündeln. Jeder Markstrahl wird durch ein solches Bündel getheilt (Fig. 336). Bei fortwährender Zunahme des Stengelchens in die Länge und in die Dicke wiederholt sich der nämliche Vorgang vielfach, während zugleich an der fortsprossenden Spitze des Keimungsknöspchens Blätter sich entwickeln. Die Blätter entspringen scheinbar fast auf gleicher Höhe in Kreisen um den Gipfel; allein durch die Verlängerung der Stengelaxe werden sie bald mehr und mehr auseinander gerückt, so daß sie auf Spirallinien stehen. In jedem Blatte bilden sich Faserbündel, welche mit denjenigen, welche sich im Stengel entwickeln, in unmittelbarer Verbindung stehen und als die Fortsetzung derselben erscheinen, so daß man die Faserbündel des Stengels aufwärts bis in die Blätter, die Faserbündel der Blätter abwärts bis in den Stengel verfolgen kann. Letzterer erhält durch fortwährende Vermehrung der Faserbündel schon im Verlaufe der ersten Wachsthumsperiode, welche bis gegen den Herbst andauert, einen geschlossenen Holzkörper, welcher innerlich das Mark umschließt, äußerlich von der Rinde umschlossen wird, und von sehr zahlreichen, freilich durch die Entstehung der Faserbündel bis auf das Aeußerste geschmälerten Markstrahlen durchwoben ist. In den Markstrahlen erhält sich also noch immer eine parenchymatische Verbindung zwischen dem Mark- und Rindenparenchyme. Da die Faserbündel nicht die ganze Länge des Stammes durchlaufen, sondern einestheils unter dem Ursprunge jedes Blattes ein Bündel austritt, um in der Richtung des Blattstieles sich nach Außen zu verlängern, anderntheils aber die Fasern verschiedener Bündel in ihrem Verlaufe sich vereinigen, so bildet das Ganze der Faserbündel eine Art Netz mit sehr langen schmalen Maschen, welche von den einzelnen parenchymatischen Partieen, den Markstrahlen, ausgefüllt sind (Fig. 337).

Die Faserzellen der einzelnen Bündel treten in der Richtung der vorherrschenden Mittheilung der Säfte, somit in der Richtung des geradesten Weges von der auffaugenden Wurzel zu den verdunstenden Blättern, großentheils in Verbindung, indem ihre Wandungen an den entsprechenden Berührungspunkten sich auflösen. So entstehen Gefäße, deren zahlreiche jedes Faserbündel durchziehen. Dieselben zeigen sich zuerst am innersten Theile des Faserbündels, später auch innerhalb des übrigen Theiles zwischen den Faserzellen, und da diese Gefäße zuerst punktirt oder getüpfelt, später mit netzartig, noch später mit spiralförmig verlaufenden Verdickungsschichten versehen erscheinen, so ist es begreiflich, daß die zuerst gebildeten die letztere Stufe auch zuerst erreichen. Ja, meistens werden sie allein Spiralgefäße, während die übrigen Netzgefäße oder Tüpfelgefäße bleiben. Erstere umgeben das Mark zunächst als eine Markscheide,

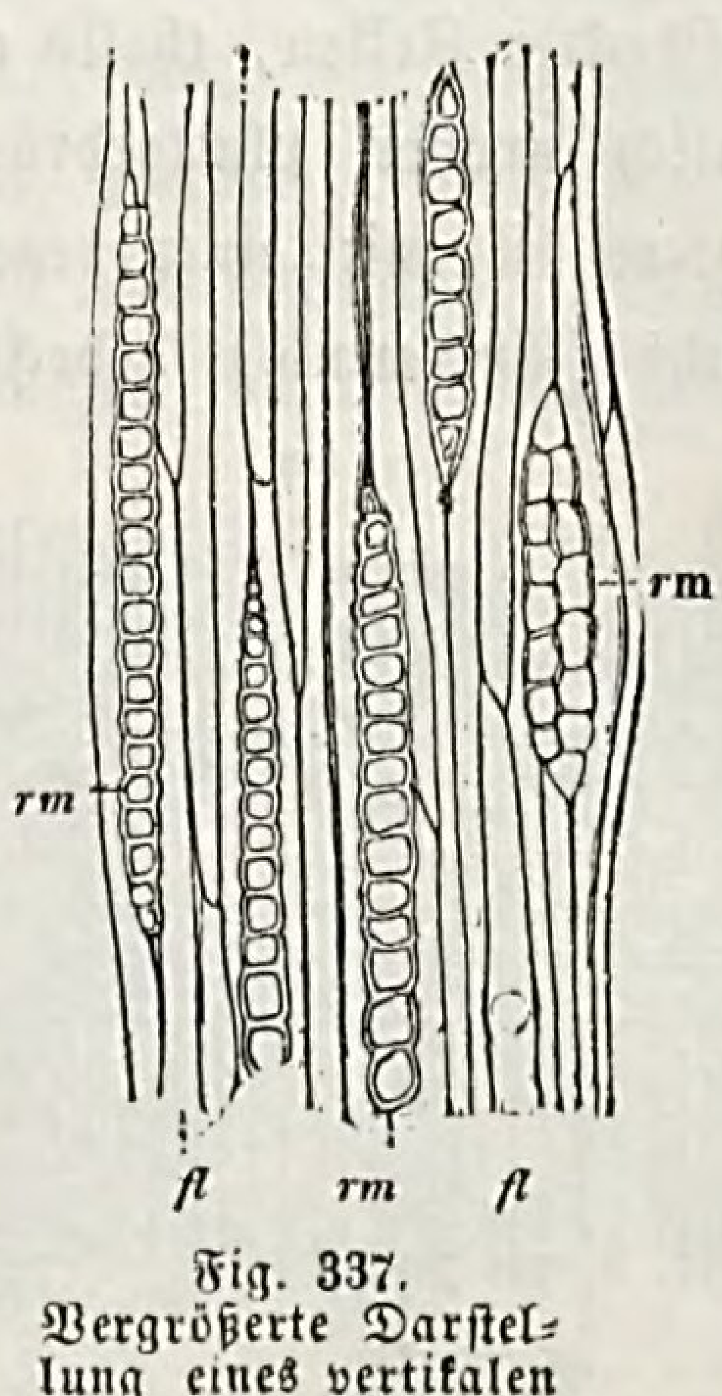


Fig. 337.
Vergrößerte Darstellung eines vertikalen Anschnittes eines einjährigen Stämmchens vom Maßholder oder Feldahorn (Acer campestre). *

* *fl* Faserzellen; *rm* Markstrahlen.

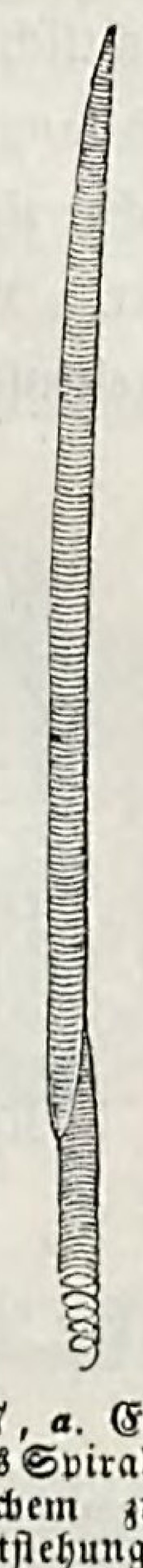


Fig. 337, *a*. Ein entrollbares Spiralgefäß, bei welchem zugleich die Entstehung aus Faserzellen bemerkbar ist.

wie bei den Coniferen (Seite 712), und die spiraligen Verdickungsschichten derselben lassen sich beim Zerreißen der Zellenwandung herausziehen und gleichsam entrollen (Fig. 337, a). Bricht man einen jungen Stengel oder Zweig des Maßholderahorns durch, so sieht man häufig das untere Stück an dem oberen vermittelst so feiner Fäden hangen, daß man sie kaum sehen kann; schneidet man diese Fäden vorsichtig ab, so verkürzen sie sich alsobald, und unter dem Mikroskope bemerkt man, daß sie sich wieder spiralig aufgerollt haben. Ein Hollunderzweig, ein Rosenblatt zeigen die nämliche Erscheinung. Die Netz- und Tüpfelgefäße durchziehen die Faserbündel, welche durch gleichmäßig innerlich abgelagerte Verdickungsschichten der Zellenwandungen verholzen, wobei sie jedoch größtentheils auch feine Tüpfelungen zeigen. Es unterscheidet sich, da die Bildung des Holzes bei allen Dicotyledoneen mit der des Ahornes in den erwähnten Punkten gänzlich übereinstimmt, das Holz der Dicotyledoneen von dem der Coniferen sehr wesentlich durch die hier in den Holzbündeln zerstreut vorkommenden Gefäße, welche bei jenen völlig fehlen (Fig. 338). In der Rinde entwickeln sich mit den Holzbündeln gleichzeitig, und in ihrem Verlaufe denselben sehr ähnlich, ebenfalls Bündel von Faserzellen, welche bei sehr geringem Durchmesser eine außerordentliche Länge und Festigkeit erreichen; dieses sind die Bastzellen (Fig. 338, a). Von denselben entwickeln sich diejenigen zuerst, welche dem Umfange am nächsten sind, und diese treten sogar auch zur Bildung von Gefäßen mit einander in Verbindung. Die aus dieser Verbindung hervorgehenden und den Bastbündeln somit äußerlich sich anschließenden Gefäße der Rinde sind sogenannte eigentliche oder Milchsaftgefäße. Dieselben sind beim Maßholder, wie bei vielen andern Dicotyledoneen, wirklich mit weißlichem, milchigem Safte gefüllt. Eine geringe grünfarbige Parenchymlage bleibt zwischen dem Baste und den Holzbündeln zurück; dieses ist das Cambium oder die Bildungsschicht. Die äußere beträchtlichere Parenchymmasse der Rinde besteht theils aus einer Schicht kleiner, etwas langgestreckter Zellen, theils aus einer dickeren Schicht ziemlich großer plattgedrückter, fast tafelartiger. Letztere ist mit einer regelmäßigen Oberhautzellenschicht (Epidermis) bedeckt; viele Zellen

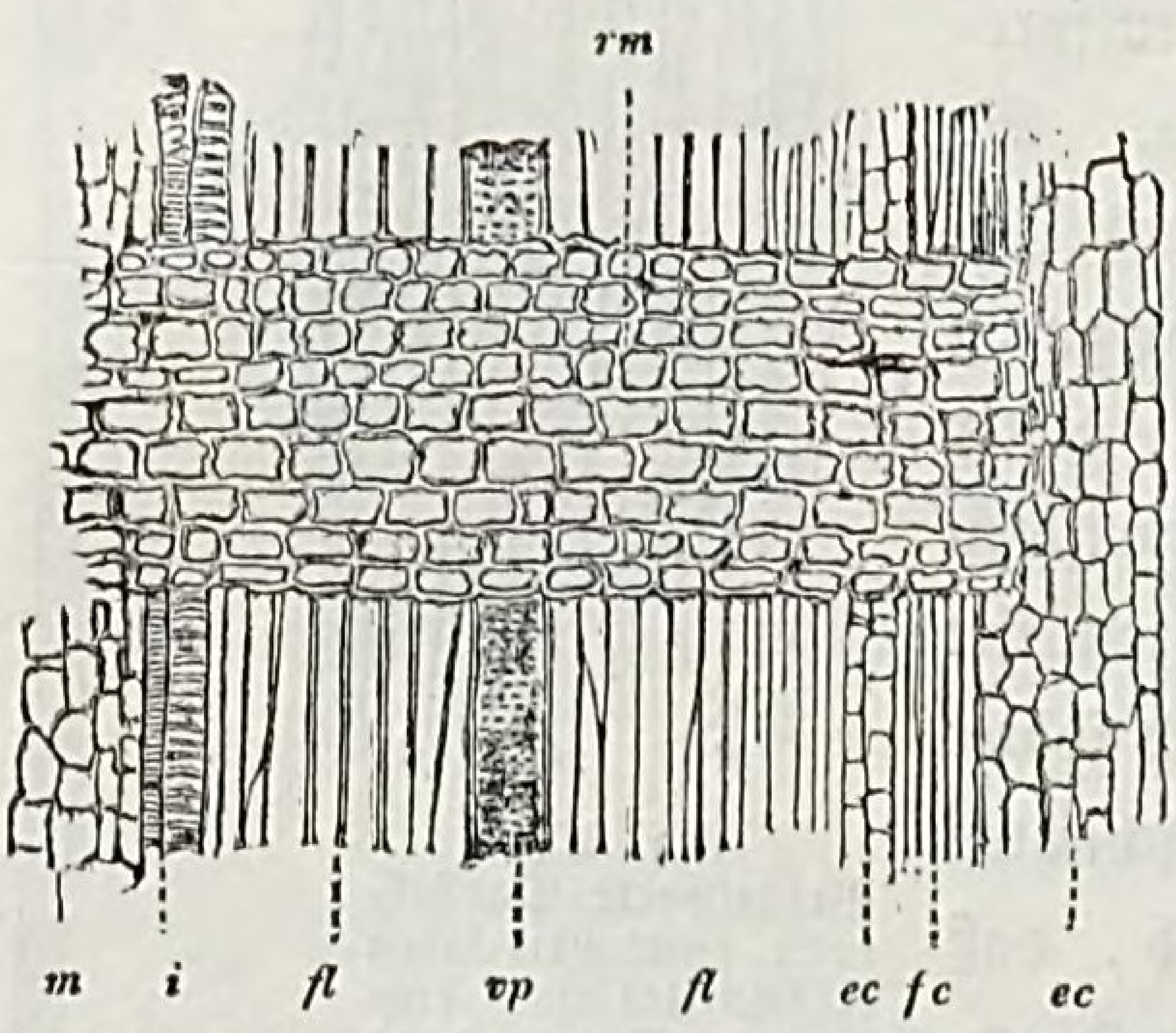


Fig. 338. Vergrößerte Darstellung eines vertikalen Durchschnittes eines einjährigen Stämmchens vom Maßholder. *

* *m* Markparenchym; *ec* Rindenparenchym; *rm* ein Markstrahl, welcher sich vom Marke zur Rinde erstreckt; *t* Spiralgefäße der Markscheibe; *fl* Holzfaserzellen; *vp* Tüpfelgefäß; *fc* Bastfasern der Rinde.

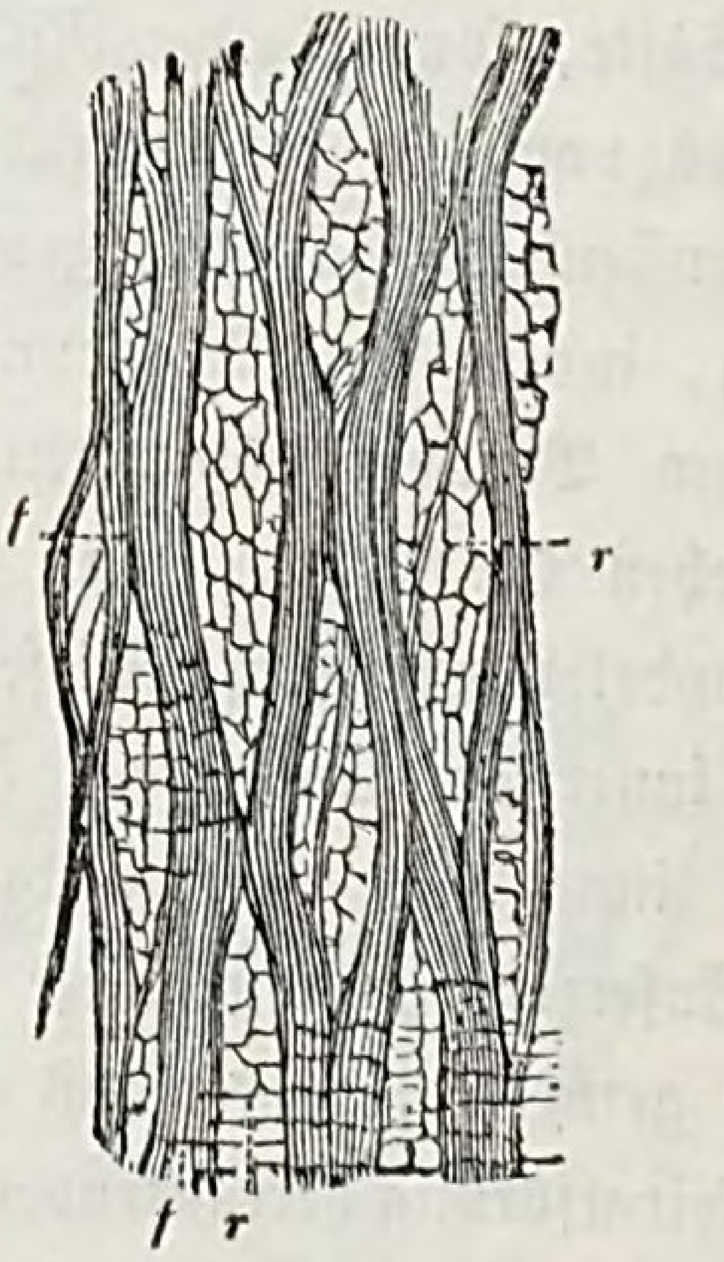


Fig. 338, *a*. Verlauf der Bastzellenbündel. *

* Vergrößerte Darstellung eines vertikalen Anschnittes der Rinde einer Seidelbastpflanze (Daphne laureola) aus der Familie der Thymeleen; *f* Bastbündel; *r* Parenchym zwischen denselben, entsprechend den Markstrahlen, deren Fortsetzung es bildet.

ragen verlängert als Härchen hervor, so daß die Oberhaut der Rinde mit einem zarten weißlichen Flaume bekleidet erscheint.

Die Oberhautzellen sind ursprünglich farblos, diejenigen des Rindenparenchyms dagegen mit Chlorophyllkörperchen reichlich erfüllt und daher gesättigt grünfarbig. Aber sobald die Faserzellen im Innern verholzen, tritt auch schon eine Verfärbung der äußersten Zellenschichten der Rinde ein. Die in diesen Zellen enthaltenen Substanzen beginnen, sobald die Vermehrungsfähigkeit dieser Zellen erloschen ist, in Fäulniß überzugehen und nehmen daher die Moderfarbe an. Da dieser Prozeß von Außen beginnt, so unterscheidet man auf einem Querschnitte bald eine bräunlichrothe äußere Rindenmasse und eine grüne innere; beide sind indessen organisch nicht von einander verschieden und nicht bestimmt abgegrenzt. Die Milchsaftgefäße verrathen sich leicht durch den Milchsaft, welcher aus ihnen hervortritt; die Bastbündel sind durch eine besonders helle weißgelbe Farbe zwischen der grünen Rinde und dem ebenfalls grünen Cambium sehr wohl zu unterscheiden. Das Holz zeigt sich als ein Gürtel von gelblichweißer Färbung; die luftführenden Gefäße innerhalb desselben erscheinen auf dem Schnitt als deutliche Poren, wenn man ein Vergrößerungsglas zu Hülfe nimmt. Die lockeren Parenchymzellen des Markes werden von der aus Spiralgefäßen gebildeten sogenannten Markscheide bis zur Mitte immer größer und lockerer (Fig. 339 und 340). Die ursprünglich grüne Farbe des Markes verschwindet allmählig, besonders im innersten Theile. Am Schlusse der Wachsthumsperiode ist sie ganz verschwunden; das Mark erscheint dann weißlich; später wird es gelb und bräunlich, indem die Fäulniß in demselben beginnt. Uebrigens sind die Zellen des Markes größtentheils auch mit Verdickungsschichten versehen und zeigen getüpfelte Wandungen. Da während der Ausbildung aller der verschiedenen Elementarorgane, aus welchen wir das Stämmchen der Pflanze am Schlusse der ersten Wachsthumsperiode bestehen sehen, der Gipfel des Stämmchens unter fortwährender Erzeugung von Blättern sich verlängert, und die neugebildeten Theile alle die Stufen der Entwicklung durchlaufen müssen, welche von den älteren Theilen schon durchlaufen worden sind, so findet man auf Durchschnitten, welche man in verschiedener Höhe an einem und demselben Stämmchen während der Wachsthums-

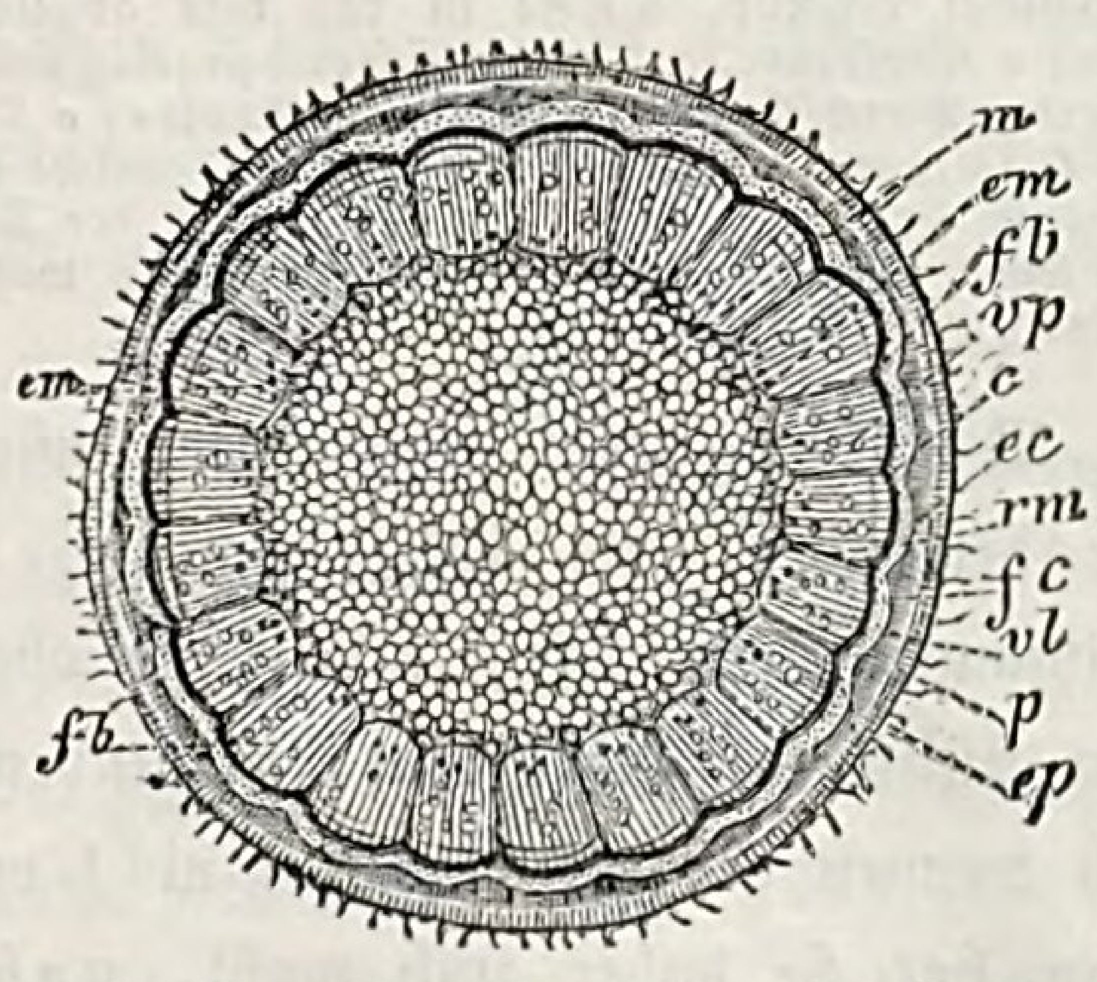


Fig. 339. Vergrößerte Darstellung des Horizontalschnittes eines einjährigen Stengels des Maßholderahorns (Acer campestre), von ungefähr 1/2 Linie Durchmesser. *

* m Markparenchym; em Spiralgefäße der sogenannten Markscheide; fb Holzbündel; vp Tüpfelgefäße der Holzbündel; c Cambium; rm Markstrahlen; fc Bastbündel; vl Milchsaftgefäße; ec grüne Rinde; p braune Rinde; ep Epidermis, mit Haaren besetzt.

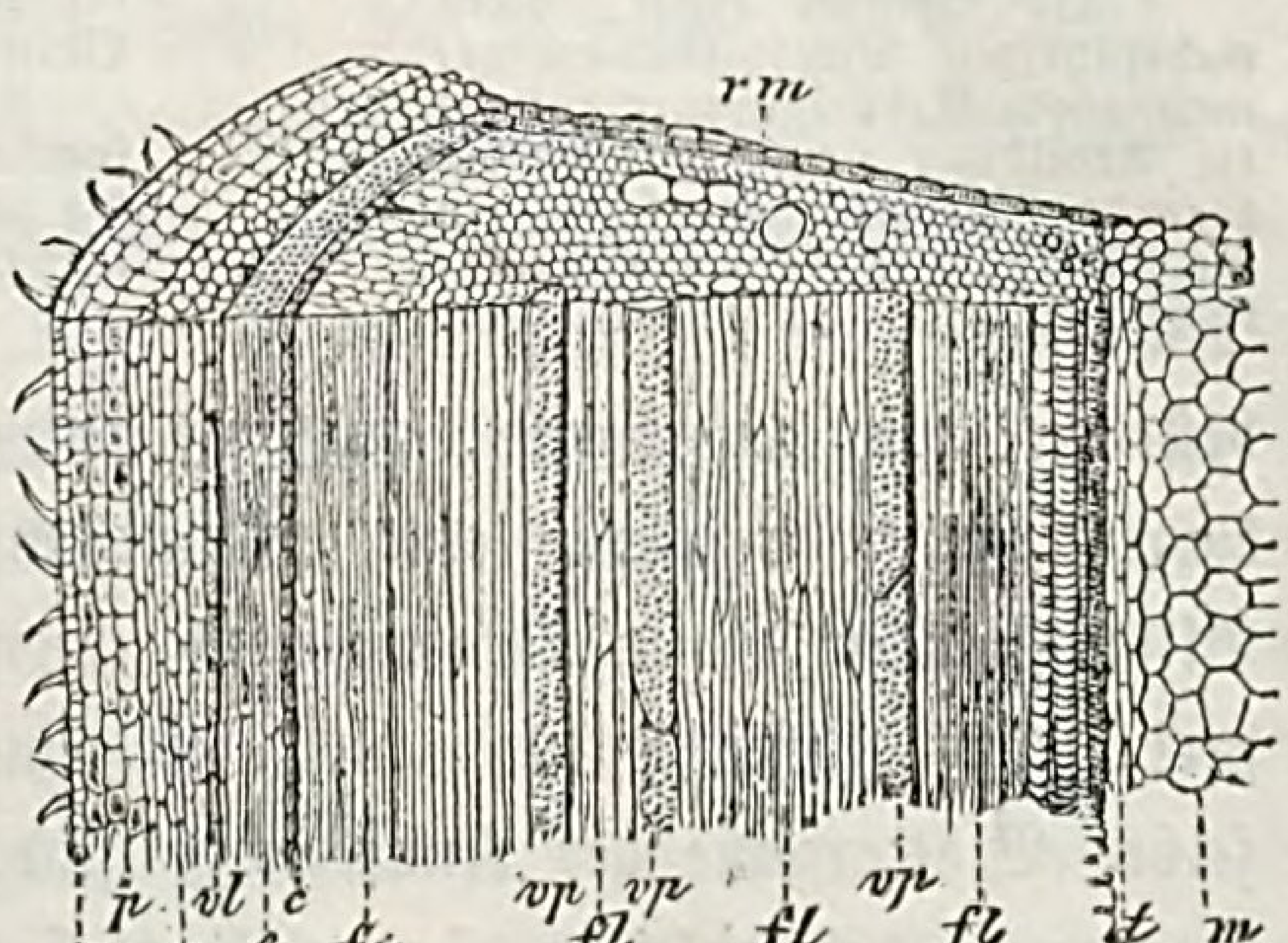


Fig. 340. Noch mehr vergrößerte Darstellung eines mit Horizontalschnitt endigenden Spaltungsstückes des nämlichen Stengels, von der Rinde bis zum Marke. *

* rm Markstrahl; m Mark; t Spiralgefäße der Markscheide; fl Holzfasern; vp Tüpfelgefäße im Holze; c Cambium; fc Bastbündel; vl Milchsaftgefäße; ec grüne Rinde; p braune Rinde; ep Epidermis mit Haaren.

periode macht, alle die verschiedenen Entwicklungszustände; der unterste Schnitt zeigt uns alle Elementarorgane vollendet, während der äußerste Gipfel aus nichts Anderem, als aus Parenchym besteht. Am Schlusse der Wachsthumsperiode ist dieser Gipfel in der Knospe eingeschlossen, welche bestimmt ist, das fortbildungsfähige Zellgewebe dieses Punktes den Winter hindurch gegen die Einflüsse der Witterung zu schützen. Allemal über dem Punkte, wo ein Blatt entspringt und wo ein Holzbündel der Stengelaxe sich in dieses hineinbegibt, wuchert das bildungsfähige Zellgewebe aus dem Umfange der Stengelaxe heraus und bildet eine Achselknospe. Das junge Stämmchen trägt den Winter hindurch so viele Achselknospen, als es in seiner ersten Wachsthumsperiode Blätter erzeugt hatte (Fig. 341). Man bemerkt unter jeder solchen Knospe deutlich die Narbe der Ablösungsstelle des Blattstieles. Da nahe unter der Gipfelknospe sich ebenfalls Blätter befanden, so ist dieselbe in gewissem Sinne auch eine Achselknospe. Das Zellgewebe im Innern aller dieser Knospen befindet sich in dem nämlichen Zustande, in welchem sich im ersten Jahre das Zellgewebe des Keimungsknöspchens des Embryo befand, in dem Zustande der größten Vermehrungsfähigkeit, und da dieser Zustand ebenfalls das Cambium auszeichnet, so darf man alle diese Gewebe mit einander vergleichen, und hat deßhalb alle auch wohl als Cambium oder Bildungsgewebe bezeichnet. Die Knospen (Fig. 341, a)

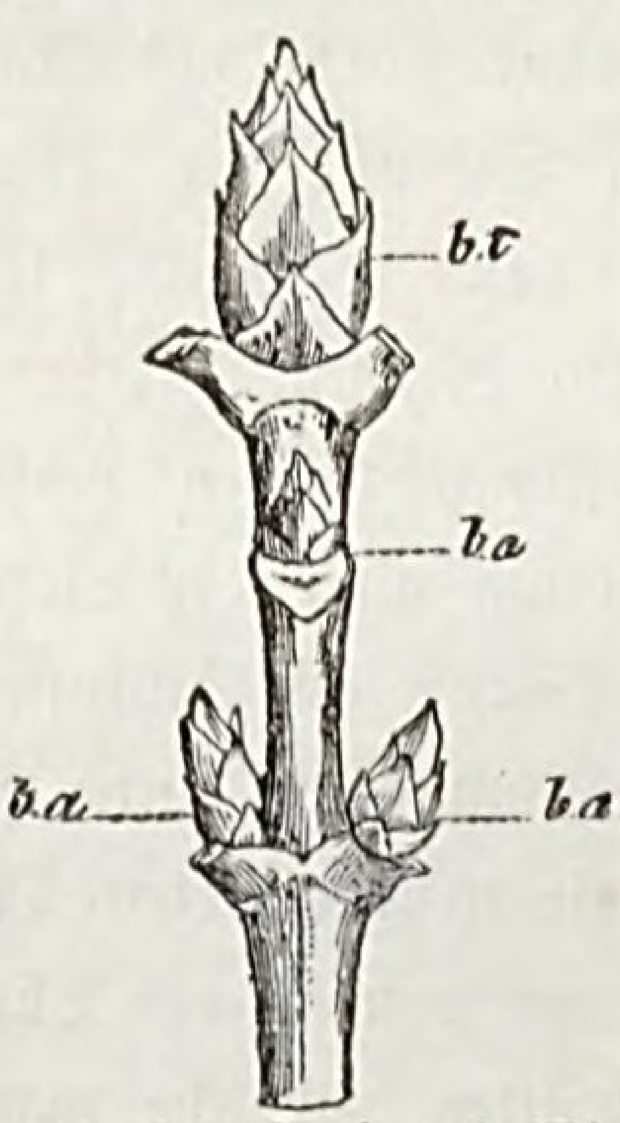


Fig. 341. Ein Zweig mit Winterknospen. *

* Als Beispiel dieser, allen mehrjährigen Dicotyledoneen gemeinsamen Erscheinung ist benutzt die Abbildung eines Zweiggipfels der in den Gärten häufigen schwarzen Geißblattpflanze (Lonicera nigra); bt Gipfelknospe; ba Achselknospen.

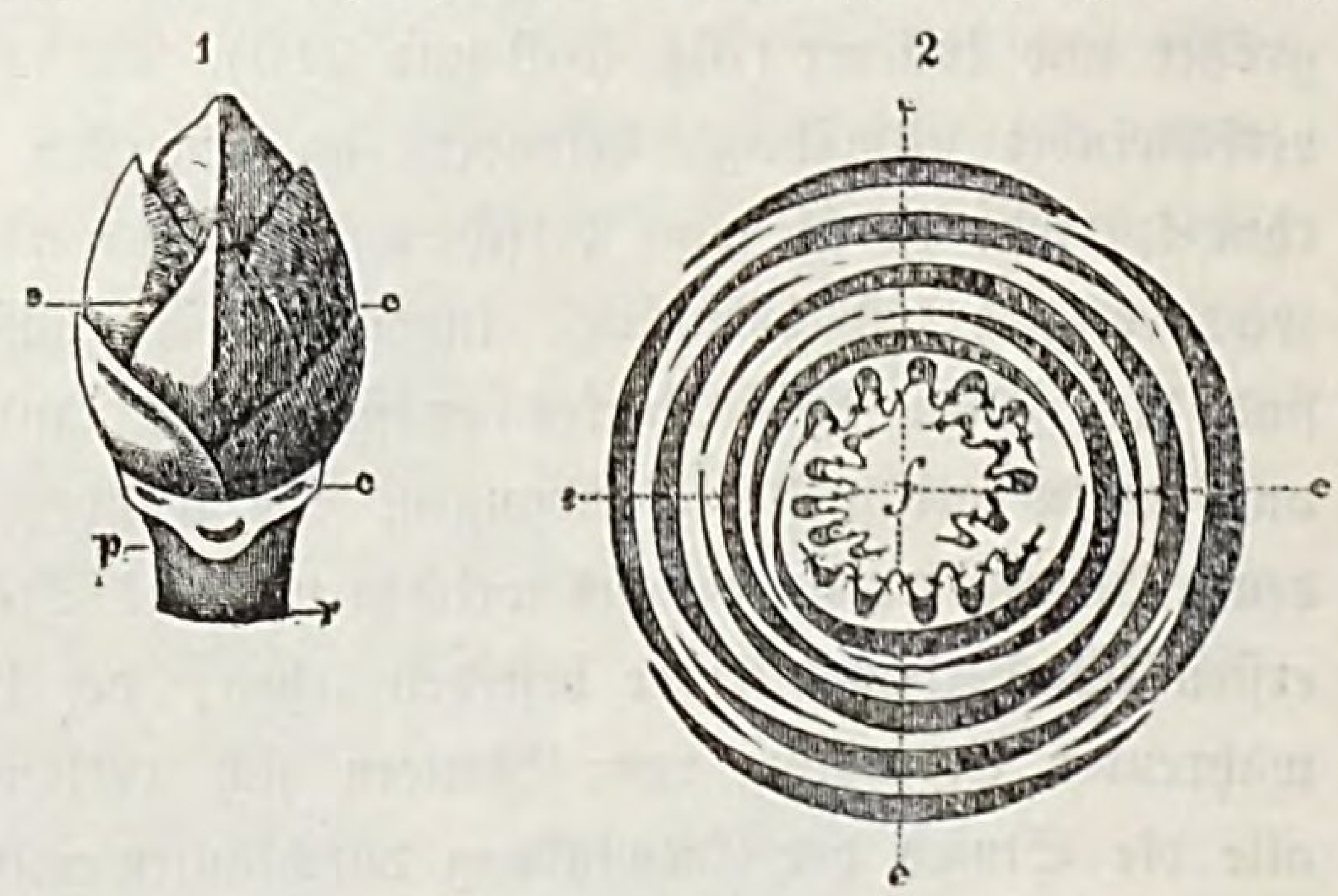


Fig. 341, a. 1 Schuppig blätterige Knospe des Bergahorn (Acer pseudoplatanus); r der die Knospe tragende Gipfel des Stengels; p der Blattstielwulst; c die Narbe, auf welcher man die drei Gefäßbündel erkennt, welche in das hier abgelöste Blatt eingingen; e Knospendecken, welche sich dachziegelig decken.

2 Vergrößerter Durchschnitt der nämlichen Knospe; e Knospendecken oder Schuppen (Phyllodien); f Blätter, welche faltig zusammengelegt sind und welche um den Gipfel der Knospenaxe gestellt sind. Die Axe selbst ist, ihrer Kürze wegen, hier durch den Schnitt nicht mit getroffen.

bestehen, wie der Same, aus Deckorganen, Blattorganen und einem äußerst kurzen Axenorgane; nur erkennt man hier deutlicher, als beim Samen, die Bildung aller dieser Organe aus einem gemeinsamen Ursprunge, indem die obendrein sehr zahlreichen und nicht zu gemeinsamen Hüllen verschmolzenen Knospendecken selber Blattorgane der Knospenaxe sind. Auch trennen sich die Knospen nicht vom Stamme, auf welchem sie gebildet sind. Man hat sie daher auch wohl „unbewegliche Samen" genannt. Da sie als solche ihre Nahrung durch die Vermittlung ihrer Mutterpflanze zu beziehen fortfahren, so bedürfen sie auch keines Nahrungsvorrathes, wie solcher den Samenembryonen entweder als ein besonderes Endosperm oder aber in dem Gewebe der dicken Cotyledonarblätter mitgegeben ist.

Aus jeder Knospe entwickelt sich im zweiten Jahre ein neues Stengelchen, mit

Blättern besetzt, sowohl aus der Gipfelknospe ein solches, welches das vorigjährige Stämmchen in gerader Richtung fortsetzt, als auch aus jeder Achselknospe ein solches, welches wir Zweig nennen, weil es eine schiefe Seitenrichtung einschlägt. Jedes dieser neuen Stengelchen gleicht dem erstjährigen, welches sich aus dem beweglichen Samenembryo entwickelt, vollkommen — nur besitzt es nicht eine Verlängerung abwärts, wie die Wurzel. Jedoch entwickelt sich in dem Cambium von dem Punkte, aus welchem die Knospe entsprungen ist, abwärts eine große Menge von Zellen, welche zuerst ein Parenchym darstellen; in diesem Parenchym aber geht die Bildung von Faserbündeln ganz in der nämlichen Weise vor sich, wie in dem Parenchym der Embryonalaxe. Diese Faserbündel treten in unmittelbare Verbindung mit solchen, welche sich in der Knospenaxe entwickeln, und man kann sie bis in diese hinein, oder umgekehrt die Faserbündel der Knospenaxe in das Cambium des vorigjährigen Stämmchens hinab, verfolgen. Da durch diese langgestreckten Zellen vorzüglich die Saftmittheilung vermittelt wird, so sind diese neugebildeten Faserbündel in gewissem Sinne die Wurzeln der im zweiten Jahre gebildeten Stengelaxe und der Zweigaxe. Jede dieser Axen ist genau eine Wiederholung der erstjährigen Axe in allen Theilen, nur sind sie nicht freie, selbstständige Pflanzenindividuen, sondern abhängig von der Mutteraxe. Im Herbste tragen sie Knospen, ganz in derselben Weise, wie die Mutteraxe im vorigen Jahre, und aus diesen Knospen entsteht im dritten Jahre eine sehr große Menge von neuen unselbstständigen Individuen. Es bildet sich auf diese Weise eine Aufstaffelung zahlreicher Generationen von Individuen, deren Menge sich außerordentlich vervielfacht — ein Baum, welcher somit in hohem Grade vergleichbar ist dem aus der Aufstaffelung vieler Generationen entstandenen Korallenstocke (Seite 547).

In jedem Jahre entwickelt sich aus dem Cambium, welches im Frühlinge bei reichlichem Saftandrange und sehr lebhafter Zellenvermehrung sich in einen Zellenbrei verwandelt, einerseits eine neue Holzmasse, welche sich als ein Jahresring an den Umfang der früheren Holzmasse anfügt, andererseits eine neue Rinden- und Bastschicht, welche sich innerlich an die frühere Rinden- und Bastschicht anlegt. Zwischen beiden bleibt am Schlusse der Wachsthumsperiode allemal wieder ein geringes Cambium, in welchem im folgenden Jahre die nämliche Entwicklung sich wiederholt. Sehen wir die im Cambium sich entwickelnden Faserbündel als die Wurzeln der unfreien Individuen an, welche sich aus den Knospen des Jahres entwickelten, so können wir diese demnach von dem höchsten Zweige eines Baumes bis hinab in die Spitzen der Wurzeln verfolgen. Das Holz der Jahresringe gleicht völlig demjenigen des ersten Jahres, nur fehlen den Holzbündeln die Spiralgefäße, wie solche im ersten Jahre die Markscheide bilden. Die Tüpfel- und Netzgefäße dagegen, welche zwischen den Holzfaserbündeln verstreut sind, fehlen auch hier nicht (Fig. 342). Jedem früheren Holzbündel entspricht im neuen Jahresringe nicht bloß ein neues Bündelchen, sondern es finden sich hier deren zwei, durch einen neuen Markstrahl geschieden. Diese neuen Markstrahlen, welche sich später durch die folgenden Jahresringe erhalten, lassen daher das Jahr ihres ersten Entstehens auf einem Stammdurchschnitte später immer genau erkennen. An die Markstrahlen des früheren Jahresringes fügt sich allemal eine neue Parenchymmasse, welche dieselben verlängert; allein innerhalb dieser Verlängerung des Markstrahles

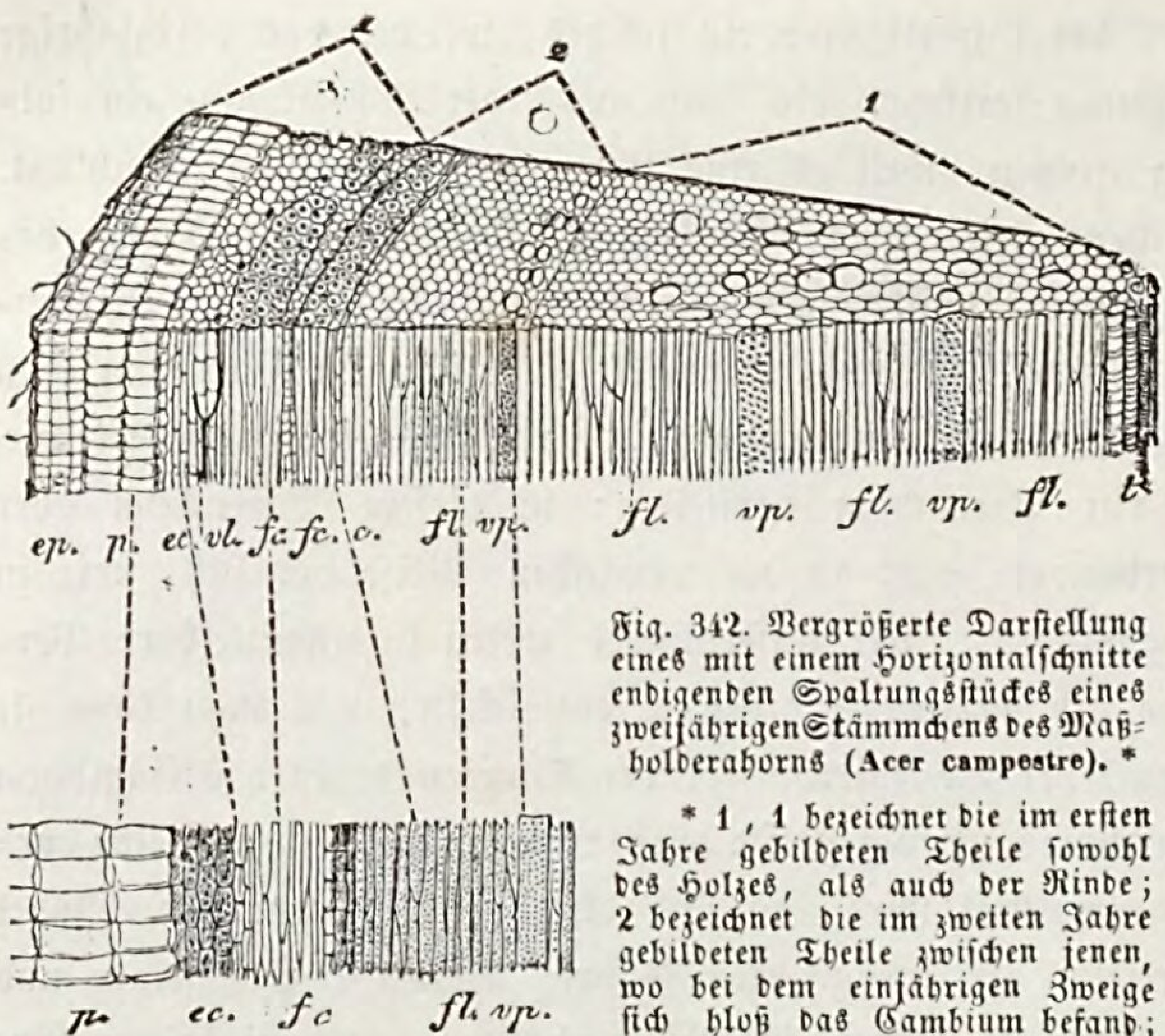


Fig. 342. Vergrößerte Darstellung eines mit einem Horizontalschnitte endigenden Spaltungsstückes eines zweijährigen Stämmchens des Maßholderahorns (Acer campestre). *

* 1, 1 bezeichnet die im ersten Jahre gebildeten Theile sowohl des Holzes, als auch der Rinde; 2 bezeichnet die im zweiten Jahre gebildeten Theile zwischen jenen, wo bei dem einjährigen Zweige sich bloß das Cambium befand; *t* Spiralgefäße der Markscheide; *fl* Holzfaserbündel; *vp* Tüpfelgefäße des Holzes; *c* Cambium des zweiten Jahres; *fc* Bastbündel; *vl* Milchsaftgefäße; *ec* grüne Rinde; *p* braune Rinde; *ep* Epidermis.

bildet sich ein neues Faserbündel, welches von demselben nur zwei Seitenpartieen übrig läßt, die nun als zwei Markstrahlen erscheinen. — Ebenso verhält es sich mit der Anlagerung neuen Rindenparenchyms und neuer Bastbündel. Die in jedem Jahre gebildeten Schichten sind hier jedoch weit geringer, als beim Holze. Die Oberhaut geht schon im zweiten Jahre großentheils verloren, indem sie, bei der Zunahme der inneren Masse, zerbersten muß und sodann früher oder später abblättert. Das grüne Parenchym, welches den Bast und die Milchsaftgefäße zunächst umgibt, ist einer sehr lange andauernden Vermehrung fähig, und es verdickt sich daher beträchtlich die Lage der äußeren Zellenmassen. Dabei nehmen dieselben nach außen immer eine mehr oder minder würfel- oder tafelähnliche Form an. Bei dem Maßholderahorn sind nicht selten Schichten derartiger Zellen in solchem Grade entwickelt, daß sie an den Stämmen und Zweigen beträchtliche Wulste bilden, welche stellenweise die Haut sprengen und unregelmäßig herauswuchern. Ihre Substanz ist elastisch weich, **korkartig**; man würde sie eben als **Kork** benutzen können, wenn die Lagen hier regelmäßig und dick genug wären.

In jeder dicotyledonischen Pflanze findet man im ersten Jahre die nämliche Anordnung der Elementarorgane, wie in dem Ahorne. Die Verschiedenheiten, welche allerdings sehr mannigfaltig sind, bestehen in der verschiedenen Ausdehnung der verschiedenen Theile, sei es des Markes, oder des Holzes, oder der Rinde, und in der verschiedenen Consistenz derselben. Diejenigen Gewächse, welche im Herbste völlig absterben und nicht mehrere Jahre auszudauern vermögen, haben kein festes Holz, sondern nur zarte saftreiche Faserbündel, und werden daher eben vom Froste getödtet, da die Zellenwandungen dieser sogenannten **krautartigen Pflanzen** durch das Gefrieren des Saftes ebensogut zersprengt werden müssen, wie eine Flasche zerspringt, in welcher eingeschlossen Wasser gefriert. Bei diesen Pflanzen bleiben die Organe in dem zarten Zustande, welchen sie beim Ahorne frühzeitig durchlaufen. Alle mehrjährigen dicotyledonischen Gewächse gleichen in der Bildung ihrer Axenorgane diesem völlig auch in der übrigen Zeit ihres Wachsthumes, indem auch sie alljährlich einen neuen Jahresring sowohl des Holzkörpers, als auch der Rinde erhalten. Auch bestehen, wie der Ahorn, alle Pflanzen, welche nicht bloß eine einfache mit Blättern versehene Axe, sondern außer dieser Zweigorgane besitzen, nicht aus einem einzigen Pflanzenindividuum, sondern aus mehreren solchen.

Uebrigens zeigt uns schon das Vorkommen von Verzweigungen bei krautarti-

gen und somit nur einjährigen Pflanzen, daß nicht jedes neue Individuum, sei es eine Fortsetzung der Axe des primären Individuums, oder sei es ein Zweigindividuum, aus einer Winterknospe entspringe. Vielmehr entwickeln sich viele Knospen aus den Achseln der Blätter schon im Laufe derselben Wachsthumsperiode, in welcher die Axe selbst, an welcher sie entspringen, entwickelt ist. Solche Knospen unterscheiden sich von den Winterknospen gar nicht weiter, als durch die ununterbrochene, keiner Winterruhe unterworfene Entwicklung, und etwa durch den Mangel schuppenartiger Phyllodien (Knospendecken), weßhalb man sie dann nackte Knospen zu nennen pflegt. Der Umstand, daß Achselknospen in den Achseln aller oder doch sehr vieler Blätter sich entwickeln, und daß dieselben an den Zweigen ebenso, wie an der Fortsetzung der primären Axe, dem eigentlichen Stamme, nach den verschiedensten Richtungen sich strecken können, endlich das weit geringere Vorherrschen der geraden Verlängerungen der primären Axe gegen die Seitenaxen begründet den so auffallenden Unterschied des Wuchses oder der Tracht zwischen den Dicotyledoneen und den Coniferen.

Von der Wurzel der Ahorngewächse und aller Dicotyledoneen gilt dasselbe, was von den Wurzeln der Coniferen (Seite 722) gesagt wurde. Es ist stets eine Hauptwurzel vorhanden, welche die unmittelbare Fortsetzung der primären Axe in einer dem Gipfel entgegengesetzten Richtung darstellt. Diese Hauptwurzel hat ihre Verzweigungen. Knospen können hier natürlich nicht vorkommen, weil Blattorgane der Wurzel und ihren Verzweigungen völlig fehlen. Innerlich fehlt stets das Mark und die Markscheide; doch geben die Roßkastanienbäume ein Beispiel eines ziemlich tiefen Eingehens dieser Theile in die Wurzel. Entweder bildet die Hauptwurzel sich vorherrschend und stammartig aus, während ihre Zweige geringer bleiben, oder aber, und dieser Fall ist der häufigere, es entwickeln sich die Wurzelzweige sehr beträchtlich, und die Hauptaxe läßt sich nicht weit abwärts verfolgen; ja nicht selten nehmen gleich am Ursprunge der Wurzel einige mächtige Zweige derselben so überhand, daß es scheint, als ob unmittelbar aus dem unteren Ende des Stammes mehrere Hauptwurzeln entsprängen. Die Beschaffenheit des Bodens und andere Zufälligkeiten haben auf diese Verhältnisse den größten Einfluß.

Das Keimungsknöspchen des Embryo ist ein nacktes Knöspchen. Die Blätter, welche an demselben entspringen, sind anfangs sehr klein; gleichwohl ist ihr Umriß schon früh der nämliche, welchen sie bei ihrer Ausbildung zeigen. Nur sind die einzelnen Spitzen von einander und die Spitze des ganzen Blattes von dem Grunde desselben nicht so weit entfernt, als später. Es geht, nachdem die Blattspitze zuerst fertig gebildet ist, in dem aus der Axe hervorgeschobenen Blättchen eine sehr vielfache und sehr lange fortgesetzte Zellenvermehrung vor sich, welche an allen vorgeschobenen Spitzen des Randes zuerst erlischt, im Inneren und am unteren Theile aber später aufhört, und endlich am Grunde des Blattstieles, welcher zuletzt sich völlig ausbildet, ihr gänzliches Ende erreicht. Die Zellenvermehrung geht innerhalb des Blattes keineswegs von einem Punkte aus, sondern von vielen Punkten gleichzeitig. So fügen sich zwischen die zuerst gebildeten Theile neue Partieen. In gewissen Richtungen der Hauptausdehnung, vom Grunde des Blattes zu der Hauptspitze und zu den verschiedenen Nebenspitzen, vollendet sie sich zuerst und waltet sie von vorn herein vor. In diesen Richtungen entwickeln sich daher Faserzellen und

Gefäße, deren gemeinsame Bündel die Adern des Blattes bilden. Die hauptsächlichsten dieser Adern, welche gleichsam den Grundriß des Blattes darstellen, zeigen sich sehr früh. Bei der engen und gedrängten Lage, auf welche das Blatt in der Knospe beschränkt ist, sieht man dieselben innig an einander gedrängt; das Zellgewebe, welches sich zwischen ihnen entwickelt, findet in der nämlichen Ebene mit ihnen nicht Raum und nimmt daher eine faltige Lage an. In den in dieser Richtung zuerst gebildeten Theilen werden wiederum frühzeitig Faser- und Gefäßbündel entwickelt, welche von den primären Adern als Seitenadern abgezweigt sind, und durch später entstandene Parenchymmassen mehr und mehr getrennt werden. Allmählig breitet das Blatt sich aus und entfaltet seine Fläche, indem die Adern sich von einander sperren und dadurch das Parenchym ausspannen (Fig. 343). Innerhalb einer Winterknospe sieht man immer einige noch ganz unentwickelte Blätter in völlig zusammengefalteter Lage. Nimmt man den Theil der Axe, welcher sie trägt, zwischen den Knospendecken heraus, so gleicht derselbe dem Keimungsknöspchen des Embryo im höchsten Grade.

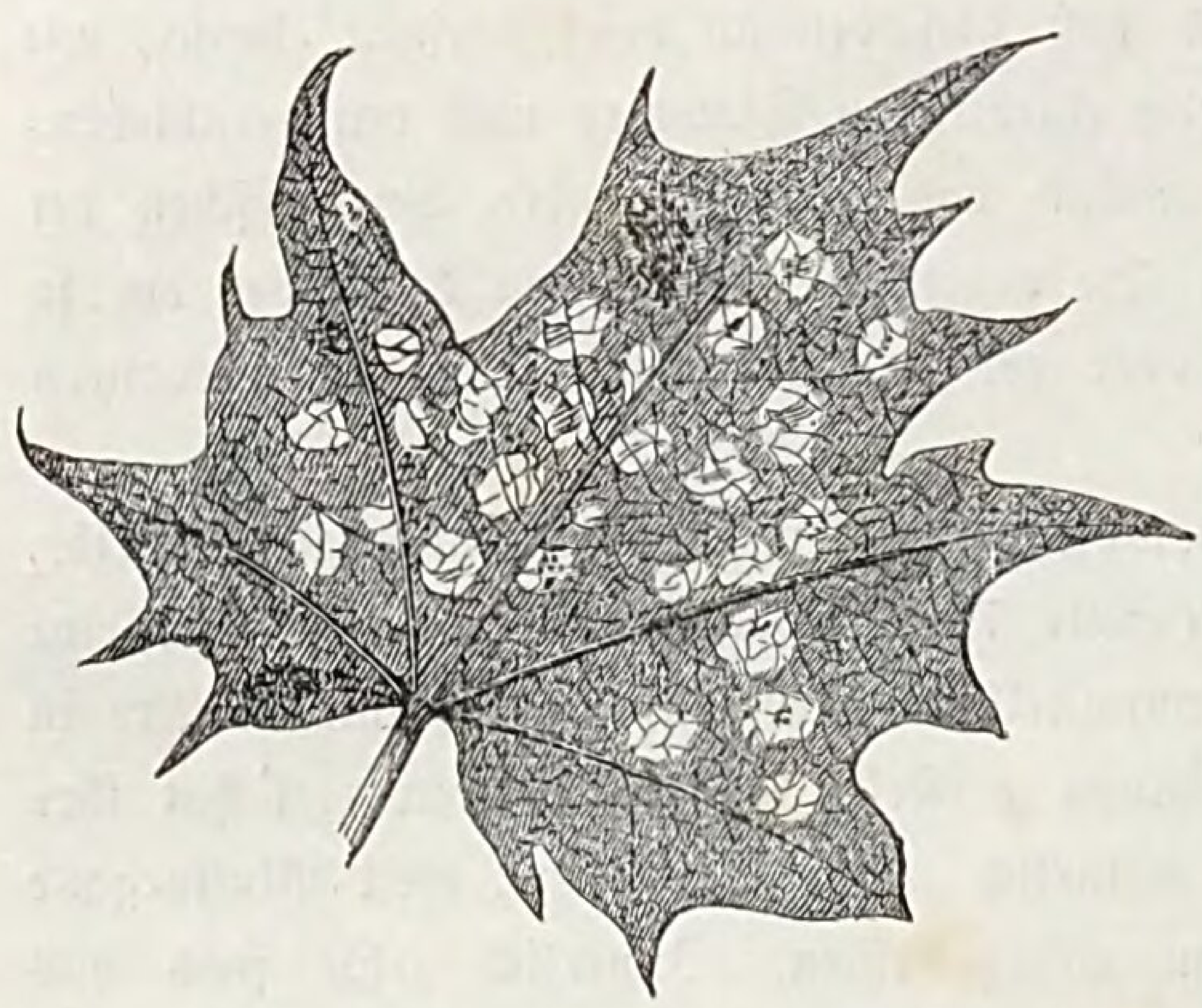


Fig. 343. Ein Blatt des Platanenahorns (Acer platanoides).

Die Knospenschuppen gewähren dem Blätterknöspchen den Winter hindurch ganz denselben Schutz, welchen die Samenschale dem Samen gewährt. Denn nicht allein verhindern sie die allzu nachtheilige Einwirkung des Frostes durch ihre Beschaffenheit, da sie strohartig und daher sehr wenig zur Mittheilung der Temperatur geeignet sind, sondern sie schließen auch so fest auf einander, daß der Regen nicht einzudringen vermag. Zu letzterem Zwecke dienen besonders auch die Harzaussonderungen, durch welche sie sich gleichsam auf einander leimen. Die Roßkastanien unserer Gärten und Alleen liefern dafür ein vorzüglich auffallendes Beispiel. Die Blätter der Ahorne stehen auf zwei Spiralen und zwar so, daß, wenn ein Blatt der einen Spirale auf einer gewissen Seite der Axe steht, ein Blatt der andern Spirale vollkommen auf der entgegengesetzten Seite sich befindet (s. Fig. 341, a). In der Knospenlage stehen diese entgegengesetzten Blätter allemal fast genau auf gleicher Höhe, und die abwechselnden Paare kreuzen sich. Das Uebergreifen der Ränder des einen Blätterpaares auf das andere Blätterpaar bezeichnet troß der außerordentlichen Kürze der Knospenaxe dennoch deutlich genug die Reihenfolge der Blätter. Später werden die einzelnen Blätterpaare auseinander gerückt (Fig. 344), indem sich unterhalb ihrer Ansatzpunkte der sogenannte Knoten, die Axe, verlängert, wobei die schon ziemlich beendigte Vermehrung der Blattstielzellen sie nur wenig begleitet, so daß nur ein schwacher Blattwulst gebildet wird. Die verlängerten Axenglieder zwischen den Blätterpaaren sind hier also Internodien, und so ist es bei allen Dicotyledoneen. — Die Ausbildung der Blattspreite, des Organes, in welchem, durch die Athmung vermittelt, die wichtigsten Umbildungen der Nahrungssäfte vor sich gehen, ist unumgänglich nothwendig zur Verlängerung



Fig. 344. Ein Zweig des Platanenahornes (Acer platanoides) mit Blüthentraube und daneben gezeichneter Frucht.

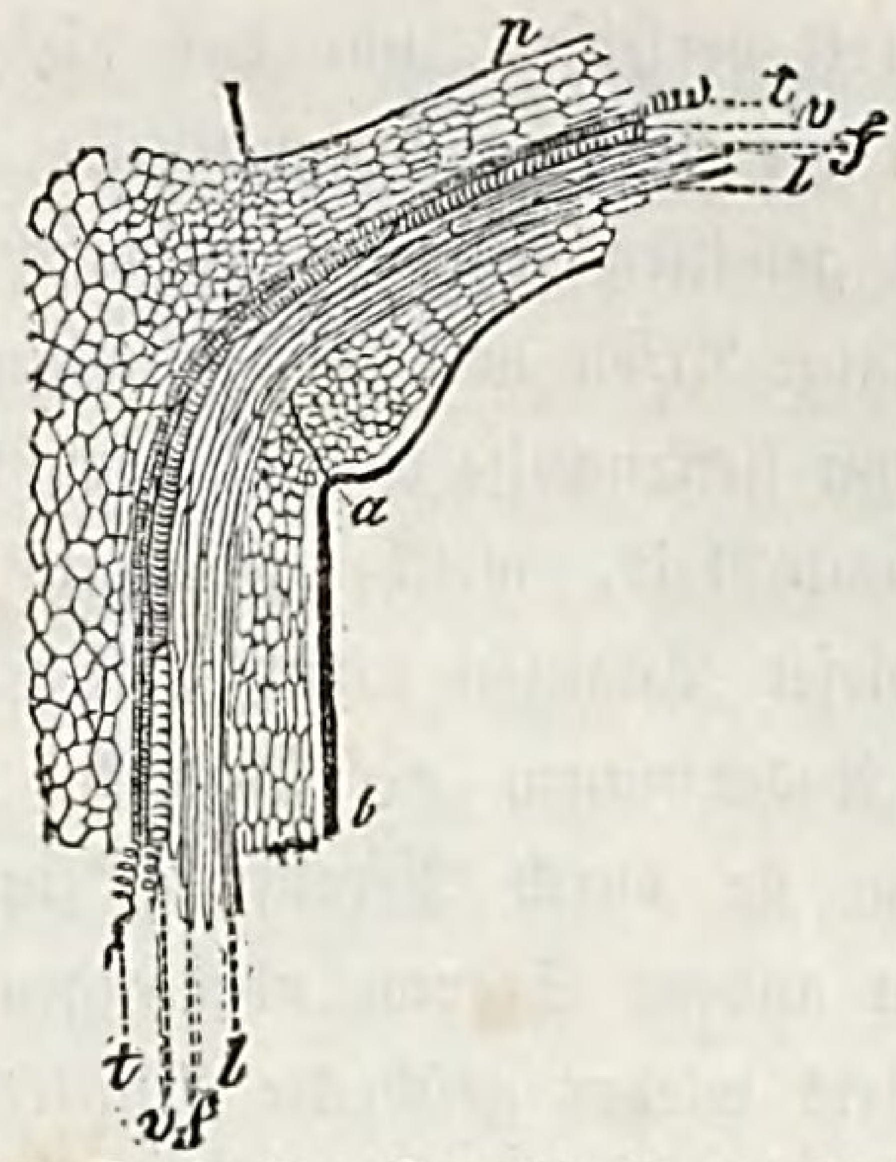


Fig. 345. Senkrechter Durchschnitt des Ansatzpunktes eines Blattes an den Stamm; vergrößert. *

* *b* Axe; *p* Blattstiel; *a* Anschwellung, gebildet durch die Zellenvermehrung, in deren Folge das Blatt sich hier später abgliedert. Man bemerkt zugleich den Weg eines Gefäßbündels aus dem Axenorgane in das Blatt. *t* Spiralgefäße; *vf* Holzfasern und Tüpfelgefäße; *l* Bastfasern und Milchsaftgefäße.

des Axenorganes, denn stets ist letzteres kurz geblieben, wo die Blattspreite fehlt. So ist die Knospenaxe kurz, so lange dieselbe nur Phyllodien trägt; dagegen verlängert sie sich rasch, sobald vollkommene Blätter aus ihrem Schooße hervorbrechen. Das vollkommene Blatt besteht aus der Spreite und dem Stiele. Letzterer ist von der Blattspreite dadurch unterschieden, daß in ihnen alle Gefäßbündel der letzteren vereinigt und von einer gemeinsamen geringen Parenchym- und Oberhautschicht bekleidet sind. Am unteren Theile breitet der Blattstiel sich aus, jedoch nur schwach, so daß er eine dicke Hohlrinne darstellt. Die Gefäßbündel trennen sich hier ebenfalls theilweise von einander, so daß man an der Ablösungsstelle des Blattes später mehrere Spuren derselben bemerken kann. Die Ablösung wird hervorgebracht durch eine Zellenvermehrung am unteren Theile des Blattstieles, durch welche die Zellen hier aus dem organischen Zusammenhange treten und die Fasern und Gefäße endlich zerrissen werden (Fig. 345). In jedem Blatte findet man die Spiralgefäße des Gefäßbündels der oberen Seite genähert, da diese gegen das Innere der Pflanze gewandt ist, während Holzfasern mit Tüpfelgefäßen sich unterhalb an die Spiralgefäße anschließen, und endlich Bastfaserzellen und Milchsaftgefäße den untersten, der unteren und auswärts gekehrten Blattfläche entsprechenden, Theil des Bündels bilden. So ist es bei allen Adern des Blattes. Mitunter sind die Zwischenräume zwischen den einzelnen Hauptadern des Blattes nicht völlig mit zusammenhangendem Parenchyme erfüllt, sondern jede Hauptader ist nur von einem mehr oder minder breiten Saume umgeben, und stellt so gleichsam ein Blatt für sich dar (Fig. 346). So ist es bei dem zur Familie der Hippokastaneen gehörigen Roßkastanienbaume. Man nennt dergleichen Blätter zusammengesetzte.



Fig. 346. Handförmig getheiltes Blatt des Roßkastanienbaumes (Aesculus hippocastanum).

Daß wirklich die Blätter es sind, welche den Saft der Pflanzen zubereiten und ihm seine Eigen-

thümlichkeit verleihen, und daß dieser Saft sodann von Zelle zu Zelle den übrigen Organen der Pflanze sich mittheile, dieses beweist ein lehrreicher Versuch, welchen man mit gewissen Ahornen zu machen im Stande ist. Aus unbekannten Ursachen haben einige Arten von solchen mitunter gescheckte Blätter, d. h. solche, in deren Parenchym fleckenweise das Chlorophyll durch einen gelben Farbstoff ersetzt ist. Diese Eigenthümlichkeit, welche jedenfalls auf besonderen chemischen Vorgängen in den Zellen dieser Pflanzen beruht, ist sehr beständig — nur durch Samen läßt sie sich, wie die Ausartungen der Gewächse überhaupt, nicht wohl fortpflanzen. Dagegen kann man sie durch Pfropfung eines mit gescheckten Blättern versehenen Zweiges auf einen andern Stamm übertragen, und zwar nicht bloß so, daß der betreffende Zweig stets wieder gescheckte Blätter trägt, sondern es theilt sich diese Seltsamkeit auch den übrigen Zweigen allmählig mit, was nicht anders erklärbar ist, als durch die Annahme, daß der eigenthümlich gemischte Saft der gescheckten Blätter allen Zweigen mitgetheilt werde und hier ähnliche Mischungen hervorrufe.

Die Blüthen entspringen nie unmittelbar auf der primären Axe des aus dem Embryo entstandenen Individuums; vielmehr bilden sich erst eine Anzahl von Generationen unfreier Individuen, auf deren einer endlich die Blüthenaxen entspringen. Bei den Ahornen ist die Anzahl unfreier Generationen, welche der Erzeugung von Blüthen vorausgehen, außerordentlich groß, und es ist dieses eben eine Eigenthümlichkeit baumartiger Pflanzen. Tausende von Individuen staffeln sich Jahr für Jahr auf einander, bis daß ein mächtiger Stamm ausgebreitete Zweige trägt. Dann endlich, wenn der Baum ein gewisses Alter erreicht hat, beginnt er Blüthen hervorzubringen, gleich als wolle die Natur durch Ezeugung von Samen die Erhaltung der Art sichern, da die Existenz der unfreien Individuen mit dem Absterben des Stammes endigen muß. Es gibt ohne Zweifel Gründe im Organismus der Pflanze, welche bewirken, daß dieselbe bis zu einem gewissen Punkte nur unfreie Individuen erzeuge, dann aber neben diesen auch Samen (freie Individuen). Mit der Fähigkeit, Samen zu erzeugen, hat die Pflanze den höchsten Grad ihrer Vegetation erreicht; von nun an vegetirt sie schwächer — zahlreiche Individuen sind nur vorübergehend und hinfällig, nämlich die Blüthenzweige, deren Existenz stets mit der Samenreife abgeschlossen ist; endlich erlischt die Vegetation ganz — Zweig auf Zweig bleibt im Frühling blätterleer, während einzelne noch grünen und besonders reichlich blühen, bis zuletzt kein Zweig mehr grünt. Aber Millionen von Samen sind ausgestreut und sichern das Fortbestehen der gleichen Pflanzenart.

Bei den eigentlichen Ahornen stehen die Blüthen in traubenförmigen Blüthenständen in den Achseln der Blätter. Jede Blüthentraube besitzt eine Hauptaxe, welche als Zweig in einer Achsel entspringt; an dieser ganz blätterlos bleibenden Hauptaxe stehen zahlreiche kleinere Zweige, welche wiederum völlig blätterlos sind, bis auf ihren Gipfel, welcher eine Blume mit zweimal fünf kleinen grünlichen Blumenblättern und den Fortpflanzungsorganen trägt. Von den Blumenblättern sind fünf schon in der Knospenlage sichtbar und verdecken die fünf anderen; erstere sind die Kelchblätter, letztere die Kronenblätter. Die Kelchblätter sind für die Blüthenknospe dasselbe, was die Knospenschuppen für die Winterknospen; in der That sind beiderlei Organe nicht wesentlich verschieden und stimmen mitunter auch in ihrer äußeren Erscheinung und ihrem Verhalten sehr überein. So

fallen bei der Roßkastanie die Kelchblätter, wenn die Blume aufblüht und diese Decken ihren Zweck somit erfüllt haben, ebenso gut völlig ab, wie die Knospenschuppen durch die Entwicklung der Blätter, wenn im Frühling die Bäume ausschlagen, abgeworfen werden. Die Fünfzahl, welcher wir hier begegnen, herrscht bei den Blumen der meisten Dicotyledoneen ebenso allgemein, wie die Dreizahl bei den Monocotyledoneen. Die Fortpflanzungsorgane bestehen in mehreren Kreisen von Staubfäden und den Fruchtknoten. Die Blüthenaxe ist da, wo die Blumenblätter und Fortpflanzungsorgane auf derselben entsprungen sind, gleichsam durch die vereinigten Blattwulste dieser vielen Blattorgane angeschwollen, so daß dieselbe nach Entfernung jener eine kleine Scheibe vorstellt, auf deren Mitte die Fruchtknoten befestigt waren. Man nennt eine solche Form der Blüthenaxe eine hypogynische Scheibe. Von Staubfäden findet sich bei den Ahornen mitunter nur ein fünfzähliger Kreis, mitunter zwei solche, mitunter auch drei; allein in diesem Falle sind selten alle Kreise vollzählig, vielmehr fehlen jedem Kreise ein oder zwei Glieder, so daß die ganze Zahl oft 8 (2×5 weniger 2×1) oder 12 (3×5 weniger 3×1) beträgt. Eine solche Unvollzähligkeit ist ebenfalls bei den Blumenblättern, sowohl des Kelch- als des Kronenquirles, sehr häufig. Regelmäßig ist dieselbe bei den Fruchtknoten, deren sich immer gar nur zwei fast ganz vereinigte finden, jeder einem einzigen Karpelle entsprechend. In manchen Blüthen sind Staubfäden und Fruchtknoten zugleich entwickelt; sehr häufig dagegen sind auf der nämlichen Pflanze viele andere Blüthen vorhanden, in denen entweder nur Staubfäden, und zwar diese außerordentlich lang, ausgebildet, die Fruchtknoten dagegen gänzlich verkümmert sind, oder aber, bei völliger Verkümmerung der Staubfäden, nur die Fruchtknoten, und diese um so kräftiger, erscheinen. Nur in letzterem Falle pflegen die Fruchtknoten wirklich zu Früchten ausgebildet zu werden. Pflanzen mit theils männlichen, theils weiblichen, theils zwitterigen Blüthen nennt man polygamisch. Ein Beispiel der Polygamie liefert in der Ordnung der Ahorne auch die Familie der Gerbersträucher (Coriarieæ). Die Blüthen dieser Pflanzen, welche den eigentlichen Ahornen so nahe verwandt sind, besitzen übrigens vollzählige Quirle aller der metamorphosirten Blattorgane (Fig. 347). Die Kronenblätter erscheinen hier nur in Form fleischiger Schuppen. Die Karpelle sind zur Blüthezeit fast ganz mit einander verwachsen, trennen sich aber während der Frucht-



Fig. 347.
Diagramm einer dicotyledonischen Blüthe mit vollzähligen Quirlen, vom myrtenblätterigen Gerberstrauche (Coriaria myrtifolia). Die fünf Doppellinien bezeichnen die Stellung der Kelchblätter, die einfachen Linien die Kronenblätter, die Doppelschleifen die Staubbeutel, die einfachen Schleifen die Karpelle.



Fig. 348. Ein Zweig der Roßkastanie (Aesculus hippocastanum) mit Blättern und einem Blüthenstande; $^1/_{10}$ d. nat. Gr.

entwicklung mehr und mehr von einander. Die Hippokastaneen, insbesondere die Roßkastanien (Fig. 348), liefern mehrfache aufklärende Beispiele des Fehlschlagens einzelner Theile der Blüthenquirle. Der Kelch ist bei diesen sehr gering, grünlich braun, zu einem Glöckchen verwachsen; doch ist derselbe deutlich fünfblätterig, die Krone vierblätterig, und diese Blätter sind viel größer, als die des Kelches, ganz unverwachsen, schön roth gefärbt; sie sind unter sich sehr ungleich an Größe; vier derselben stehen abwechselnd mit den Kelchblättern, der Platz des fünften aber ist leer. Mitunter findet man indessen einzelne Kastanienblüthen, bei welchen das fünfte Blatt wirklich ausgebildet ist. Staubfäden sind nur 7 bis 8 vorhanden, und diese sehr ungleich an Größe, sämmtlich aber nach einer Seite so sehr gekrümmt, daß sie in der Blüthe abwärts hangen. Der Fruchtknoten ist bald ein-, bald zwei-, bald dreifächerig, der Griffel sehr ungleich dreilappig, so daß er meistens ganz einspitzig erscheint. In jedem der drei Fächer des Fruchtknotens befinden sich zwei Samenknöspchen, doch bildet sich hernach meistens nur ein einziges von allen sechsen aus, wenigstens ist die Frucht, auch wenn sie zwei oder drei Samen enthält, doch so unregelmäßig gebildet, daß selten zwei gleich große Samen gefunden werden. — Eine Pflanze aus der Familie der Malpighiaceen, die zweihörnige Byrsonima, verdient bemerkt zu werden wegen der seltsamen Form ihrer Staubfäden. An diesen bilden nämlich die Staubbeutelfächer zwei vor dem sie lang überragenden Connektiv angewachsene Säckchen, deren jedes nach oben in eine hörnchenartige Spitze ausläuft und auf der Vorderseite mit einer Spalte sich öffnet (Fig. 349).



Fig. 349. Der obere Theil des Staubfadens der zweihörnigen Byrsonima (Byrsonima bicorniculata), vergrößert. *

* f Filament; c Connektiv; l die Antherenfächer.

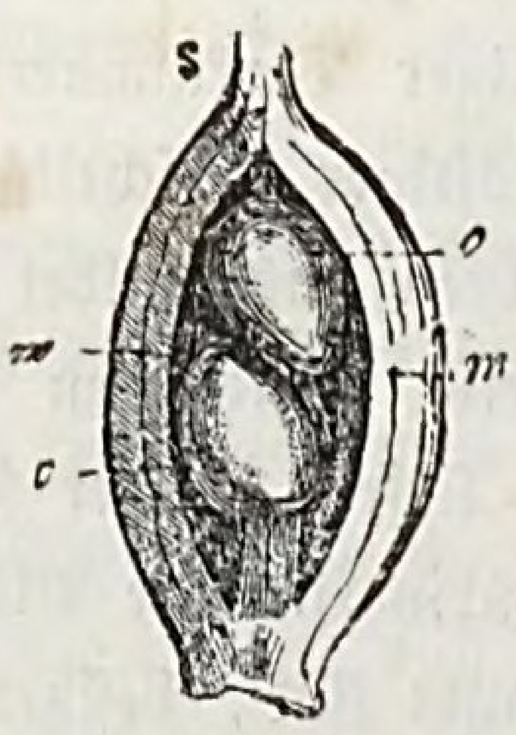


Fig. 350. Ein geöffnetes Fach des Fruchtknotens einer Roßkastanienblüthe (Aesculus hybrida), vergrößert. *

* s Unterer Theil des Griffels; o Samenknöspchen; m Mikropyle, bei der einen Knospe nach oben, bei der andern nach unten gerichtet.

Die Fruchtknoten der eigentlichen Ahorne, deutlich aus zwei Karpellen gebildet, sind zur Zeit der Blüthe einigermaßen innig mit einander verbunden und mit ihrem sehr kurzen Griffeltheile völlig vereinigt, so daß nur ein Griffel, jedoch mit zweien Narben, vorhanden ist. Beide Karpelle sind an das sehr zarte Mittelsäulchen, die Endigung der Blüthenaxe, angewachsen. Innerhalb eines jeden Karpelles entspringen aus dieser zwei Samenknöspchen übereinander, jedoch wird von diesen meistens nur das eine zu einem Samen entwickelt. Bei der Roßkastanie haben die in einem jeden Fache des Fruchtknotens entspringenden Samenknöspchen neben einander nicht Platz, und verschaffen sich solchen, unter nabelstrangartiger Verlängerung ihres Knospengrundes, in der Weise, daß das eine Knöspchen aufsteigend, das andere dagegen völlig herabhangend gerichtet ist (Fig. 350). Es scheint mit dieser ungleichen Lage die ungleiche Entwicklung der Samenknöspchen zusammen zu hangen. Die nämliche Erscheinung findet sich übrigens in der Ordnung der rosenblüthigen Pflanzen bei den Spierstauden (Spiræa). Die Befruchtung geht hier ganz so vor sich, wie bei den Monocotyledoneen; aber die Entwicklung des Samens weicht einigermaßen ab. Es wird nämlich die Bildung des Endosperms im Keimsäckchen nicht allein verspätet, so daß sie erst mit der Entwicklung des Embryo gleichzeitig vorgehe, sondern

sie erfolgt hier überhaupt gar nicht. Dagegen wird der Keimling sehr beträchtlich groß und erfüllt nicht allein das Keimsäckchen gänzlich, sondern verdrängt auch das Perisperm fast spurlos, so daß man unter der aus den Samendecken gebildeten hautigen Samenschale unmittelbar den Keimling antrifft. Auch unter den Monocotyledoneen ist es nicht ohne Beispiel, daß der Same des Endosperms völlig entbehrt; jedoch ist es bei denselben seltener. In der Klasse der Dicotyledoneen ist es dagegen außerordentlich häufig, und besonders bezeichnend die damit verbundene auffallende Größe des Embryo, besonders der Cotyledonen desselben. Die in diesen Organen angehäuften Substanzen, wie Stärkemehl, Oel rc., erleiden bei der Keimung mehr oder weniger vollständig die nämliche Umwandlung, welche wir bei der Keimung endospermführender Samen mit den Substanzen des Endosperms vorgehen sahen, auch dienen sie dem Axenorgane und dem Keimungsknöspchen des Embryo ebenso zur Nahrung, wie jene. Die Cotyledonen der meisten eigentlichen Ahorne sind ziemlich deutliche Blätter und befinden sich im Samen in einer ähnlich zusammengefalteten Lage, wie die Blätter in den Winterknospen. Ihre dicke, fleischige Zellenmasse ist mit Stärkemehl reichlich erfüllt. Zwischen ihre Falten seitlich eingedrückt, liegt das ganz schief umgekrümmte Axenorgan des Embryo. Da die beiden Cotyledonen mit ihren inneren Flächen unmittelbar zusammengelegt sind, so findet man das Keimungsknöspchen erst, wenn man diese trennt. Bei den Roßkastanien sind die Cotyledonen außerordentlich stark entwickelt und so mehlreich, daß dieselben, trotz der beigemengten bittern und zusammenziehenden Stoffe, welche sie für den Menschen ungenießbar machen, nicht allein ein gutes Futter für Schafe und Ziegen darbieten, sondern auch, zerrieben und ausgeschlemmt, ein gutes Satzmehl liefern. Hier ist die Embryonalaxe außerordentlich klein, auch sind die beiden Cotyledonen so innig an einander gedrängt, daß es selten gelingt, sie zu trennen, und somit ist die Erkennung der einzelnen Organe des Embryo ziemlich erschwert; bei der Keimung jedoch trennen sich die Cotyledonen von selber, und die verlängerte Axe wird deutlich. Bei einigen Pflanzen des Geschlechtes der Hiräen, afrikanischen Bäumen aus der Familie der Malpighiaceen, sind die beiden Cotyledonen so ungleich, daß man die Embryonen derselben kaum für Dicotyledoneen erkennen möchte (Fig. 350 bis). Diese Erscheinung findet sich jedoch gar nicht selten und in solchem Grade, daß einige Pflanzenfamilien aus diesem Grunde mitunter zu den Monocotyledoneen gestellt werden.

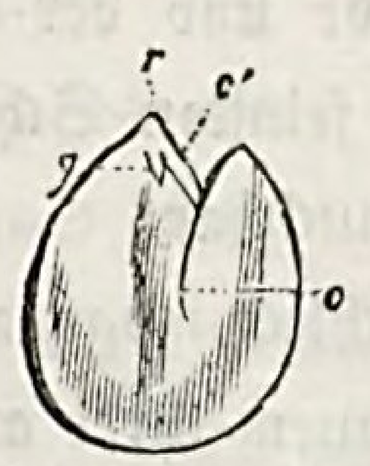


Fig. 350 bis. Der ungleich dicotyledonische Embryo einer Hiräa (Hiraea Salzmanniana) in seiner natürlichen Lage im Samen. *

* r Axenorgan (Würzelchen); c′ der kleine Cotyledon; g das Keimungsknöspchen; c der große Cotyledon, welcher im Samen doppelt liegt und so den Platz des andern Cotyledon mit in Anspruch nimmt.

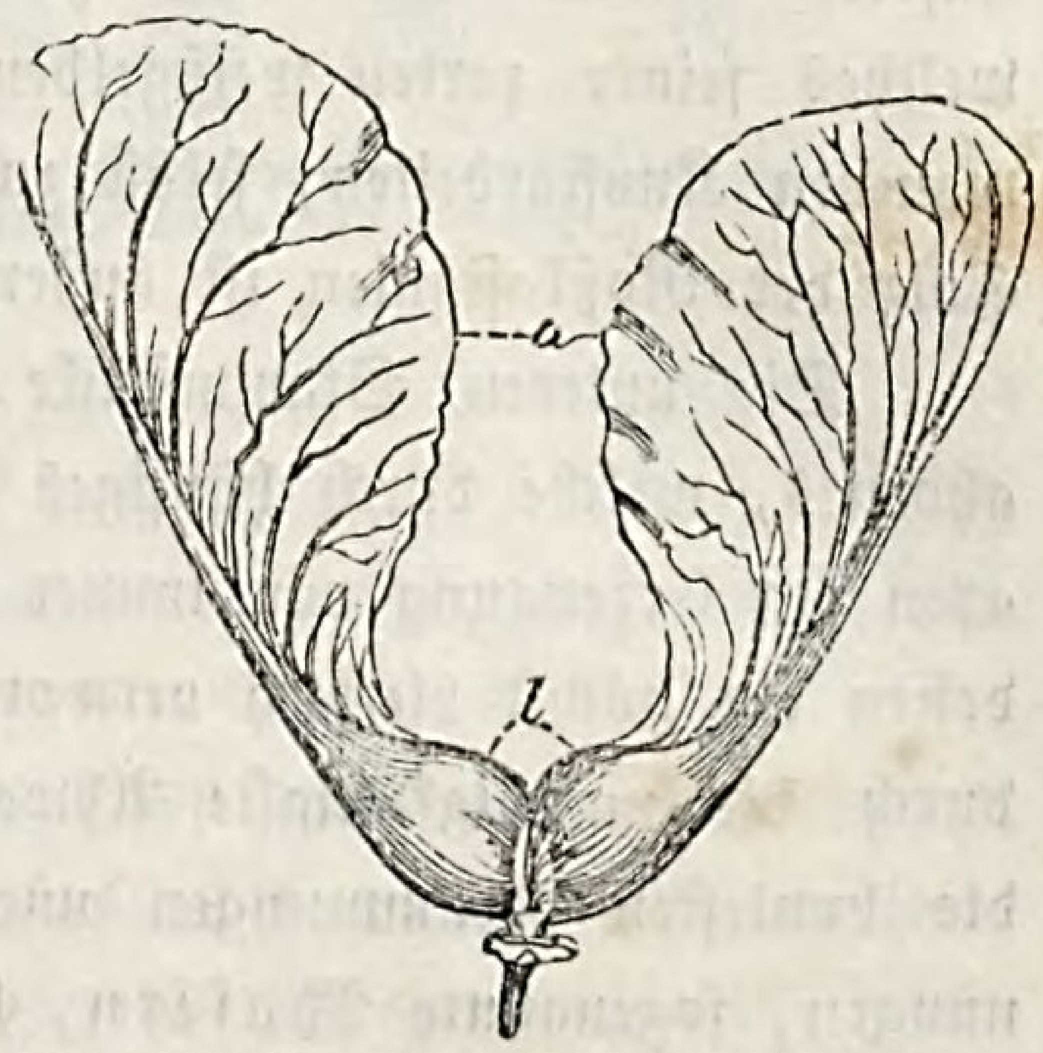


Fig. 351. Die doppelte Flügelfrucht (samara) des Platanenahorns (Acer pseudoplatanus).*

* Die Doppelfrucht steht auf der hypogynischen Scheibe der Blüthe, deren Blumenblätter und Staubfäden abgefallen sind; a Flügel; l Fruchtfächer.

Die Karpelle der eigentlichen Ahorne erleiden während der Entwicklung des Samens eine auffallende Veränderung. Es wachsen dieselben nämlich nachträglich blattartig aus, wobei die beiden zusammengeschlagenen Hälften der inneren Blattfläche eines jeden unmittelbar zusammenwachsen.

Nur da, wo der Same sich befindet, bleiben sie getrennt. Die Frucht läßt hernach noch deutlich die beiden ursprünglichen Fruchtknotenfächer erkennen, dabei aber ragt von dem Rücken eines jeden derselben ein langer flügelartiger Blattfortsatz heraus (Fig. 351). Bei der Reife des Samens trennen sich endlich die beiden Fruchthälften völlig von einander, indem das gänzlich absterbende Mittelsäulchen die Ablösung gestattet. Da das Karpell ein Blattorgan ist, in dessen Achsel die Samenknospe steht, so hat der Flügel der Ahornfrucht somit ganz den nämlichen Ursprung, wie der Flügel des Fichtensamens (Seite 742), nur entwickelt sich dort das Flügelblatt später, als die Samenknospe, und umhüllt dieselbe nicht.

Die Hiräen tragen Flügelfrüchte von einer ganz eigenthümlichen Form (Fig. 351 bis). Hier breiten sich nämlich die gegen einander gelegten Ränder der beiden Karpelle schildförmig um die Naht des Fruchtknotens aus; auf jeder Seite des so entstandenen Flügels ragt ein Fruchtknotenfach mit dem Ueberreste seines Griffels hervor.

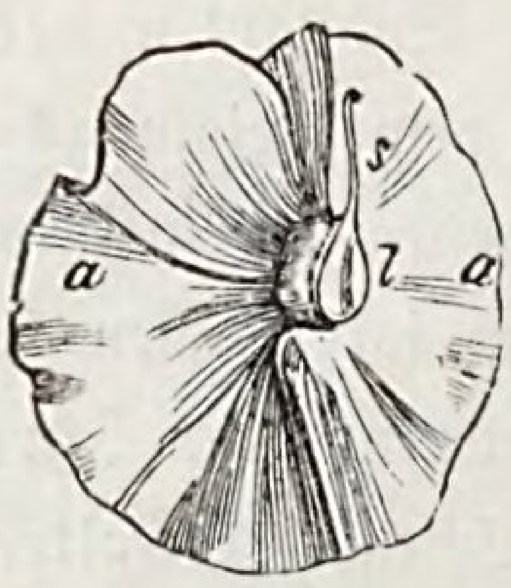


Fig. 351 bis. Eine schildförmige Flügelfrucht der afrikanischen Hiräa (Hiraea pinnata). *

* *aa* Flügelförmige Ausbreitung des Randes der Karpelle; *l* Fruchtknotenfach mit dem Griffelfortsatze *s*.

Die Karpelle der Roßkastanien wachsen zu einer mehr oder minder kugeligen Frucht zusammen und bilden dabei eine sehr dicke, äußerlich grüne und mit zahlreichen Stachelvorragungen versehene Hülle, welche endlich zwei- oder dreiklappig unregelmäßig aufspringt. Die Samen besitzen hier eine schöne glänzend braune, hornig lederartige Schale, welche sich aus der äußern Samendecke gebildet hat. Den sehr beträchtlich ausgedehnten Knospengrund bezeichnet ein großer hellfarbigerer, glanzloser Nabelfleck, welcher aus weit lockererm, zunderigem Zellgewebe besteht, und in der That ein Rest des ganz eingetrockneten und mit der inneren und äußeren Samendecke verwachsenen Perispermgewebes ist, von welchem vertrocknete, zunderartige braune Ueberreste auch innerhalb der Samendecken um den Embryo gefunden werden.

Die Ahornarten, zum Theil ausgezeichnet schöne Bäume, bilden eine Zierde unserer Wälder und Anpflanzungen. Dazu liefern sie ein sehr vortreffliches Holz, welches seiner zarten weißgelben Farbe und der Feinheit seines Gefüges wegen zu manchen Kunstarbeiten, selbst zu den feinsten Schnitzwerken gesucht wird. Auch das Holz der Roßkastanien ist äußerst brauchbar.

Die unteren Stammstücke, fälschlich sogenannten Wurzeln, des Maßholderahornes, welche durch häufiges Aushauen ihrer aufgeschossenen Stamm- und Zweigaxen zur Erzeugung von immer neuen Zweigen veranlaßt werden, besitzen in Folge dessen ein höchst vielfach verworrenes Gewebe, und liefern daher ein Holz, welches durch die mannigfaltigste Abwechslung dichterer und minder dichter Partieen und die buntesten Krümmungen und Biegungen der Jahresringe flammenartige Zeichnungen, sogenannte Masern, besitzt. Die neuen Zweige, welche aus den stehengebliebenen ältern Stammstücken (Stöcken) entspringen, heißen Stockausschlag. Solcher ist eine ausschließliche Eigenthümlichkeit der dicotyledonischen Gewächse. Es bilden sich Knospen an solchen Punkten, welche niemals in der Achsel von Blättern sich befanden und an Theilen der Pflanze, deren Blätter längst abgefallen sind. Solche Knospen sind Adventivknospen. Es scheint, daß dieselben überall sich bilden können, wo das Cambium unter der Rinde erhalten geblieben

ist, besonders aber erscheinen sie da, wo eine dünnere Stelle der Rinde ihre Entwicklung begünstigt. So brechen sie nicht selten an Bäumen da hervor, wo man die Rinde durch einen Schnitt verwundete — eine Erscheinung, welche wir sogar bei den Cykadeen (Seite 708) kennen gelernt haben, denen sonst die Erzeugung von Adventivknospen keineswegs zuzukommen scheint.

Einige Ahorngattungen Nordamerika's nützen durch ein höchst wichtiges Produkt ihres Saftes, nämlich durch den Zucker. Solcher ist in großer Menge in ihrem Frühlingssafte enthalten. Aehnlich, wie bei der Keimung die im Endosperm oder in den Cotyledonen des Samens angehäuften Substanzen in den auflöslichen Zustand des Zuckers übergehen, um dem Keimungsknöspchen zur Nahrung zu dienen, so gehen im Frühling die in den Organen der Pflanzen angesammelten Substanzen in Zucker oder ähnliche lösliche Verbindungen über, welche in der von den Wurzeln aufgesogenen Flüssigkeit sich auflösen. Alle Ahorngattungen sind im Frühlinge zuckerreich, und es ist dasselbe bei vielen andern Pflanzen der Fall. Unsere Bergahorne, Spitz- oder Platanenahorne und Maßholder liefern, im Frühling angebohrt, eine reichliche Menge von süßlichem Safte, aus welchem durch Eindickung, vermittelst Siedens, Zucker gewonnen werden kann, und welche eben ihres Zuckergehaltes wegen durch Gährung geistige, weinartige Getränke liefern. Der Zuckerahorn (Fig. 352) und der Eschenahorn (Acer negundo) Nordamerika's sind an Zucker reicher, als andere Gattungen. Ein Baum mittlerer Größe liefert im Verlaufe von 24 Stunden gegen 40 bis 50 Maß sehr süßen Saftes. Derselbe muß binnen 24 Stunden eingekocht werden, da er bei längerem Stehen zunächst in die weinige, sehr rasch darauf aber in die saure Gährung übergeht, wodurch er in Essig verwandelt wird. Der Zucker dieses Saftes ist Rohrzucker, während der Saft vieler anderen Pflanzen nur Traubenzucker enthält. In einem großen Theile Nordamerika's bedient man sich fast keines andern Zuckers, als des Ahornzuckers; in Unterkanada allein gewinnt man jährlich 25,000 Centner desselben. Er krystallisirt weit besser, als der Runkelrübenzucker, fast ebenso gut, als der Zucker des Zuckerrohres.

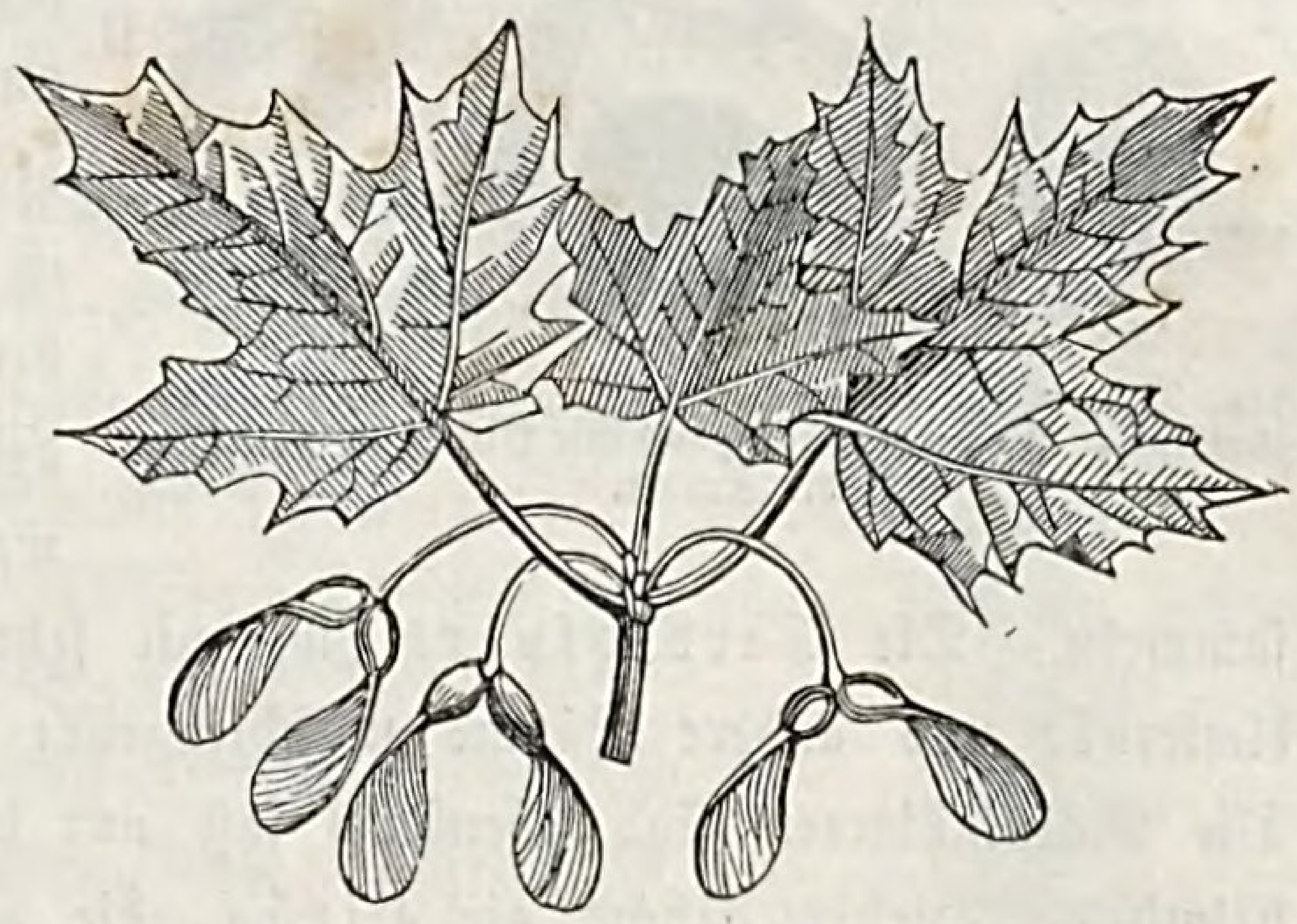


Fig. 352. Ein Zweig des Zuckerahorns (Acer saccharinum) mit Blättern und Früchten.

Die Ordnung der Ahorne umfaßt außer der Familie der Acerineen (Acerineæ), der Hippokastaneen (Hippocastaneæ), der Gerbersträucher (Coriarieæ) und der Malpighiaceen (Malpighiaceæ) auch noch die Rhizoboleen (Rhizoboleæ), Erythroxyleen (Erythroxyleæ) und Sapindaceen (Sapindaceæ). Nur von den Acerineen, welche über die ganze nördliche gemäßigte Zone verbreitet sind, finden sich einige Arten in Europa einheimisch. — Die gemeine Roßkastanie, der schönste Alleebaum, mit seiner dichtschattenden kugelförmigen Laubkrone, ist aus Asien nach Europa verpflanzt worden; mehrere andere Hippokastaneen, roth- und gelbblühende Arten des den Roßkastanien ähnlichen Geschlechtes der Pavien (Pavia),

sind aus Nordamerika zu uns verpflanzt worden und jetzt schon vielfach in Gärten und Anlagen verbreitet. — Der myrthenblätterige Gerberstrauch wächst in Südeuropa; alle andern Arten von Coriarieen gehören anderen Erdtheilen, die meisten Südamerika an. — Ebenso die Erythroxyleen, welche sich durch ein sehr festes, rothes und wegen des darin enthaltenen rothen Farbstoffes zur Färberei benutzbares Holz (peruanisches Rothholz) auszeichnen. — Die Rhizoboleen, Bäume des tropischen Amerika, welche in der Tracht den Roßkastanien ähneln, tragen eßbare, große Samen. — Die sehr artenreiche Familie der Sapindaceen gehört meist der heißen Zone an. Einige derselben tragen eßbare Früchte, wie der Litschibaum und Longanenbaum (Fig. 352, a) in China, bei welchen die Karpelle des zweifächerigen Fruchtknotens sich zu sehr zartfleischig saftigem Zellgewebe entwickeln, welches ganz dem Fruchtfleische unserer Pflaumen gleicht. Der Seifenbaum (Sapindus saponaria) in Westindien und Südamerika enthält in den Samen seiner kirschenähnlichen Früchte einen Saft, welcher ähnlich wie Seife beim Waschen von Zeugstoffen benutzt werden kann. Die südamerikanische Paullinie (Paullinia australis) hat einen ganz andern Wuchs, als die vorhin genannten Gewächse, sie ist nämlich krautartig. Die Pflanze ist berüchtigt wegen ihres giftigen Milchsaftes, dessen Gift sich sogar dem Honig mittheilt, welchen die Wespen aus ihren Blüthen sammeln. Die Cardiospermen, mit sehr langen und dünnen Stämmen, sind kletternde und andere Bäume umschlingende Sträucher Ost- und Westindiens. — Die Malpighiaceen sind ebenfalls fast nur im tropischen Amerika und Afrika einheimisch. Hieher gehört die Hiräa, die brennende Malpighie (Malpighia urens), ein Baum, dessen Blätter die Eigenschaft unserer Nesseln besitzen, und die schönen kletternden Banisterien (Banisteria), mit welchen man in unsern Treibhäusern Pfeiler und Wände so geschmackvoll bekleidet.

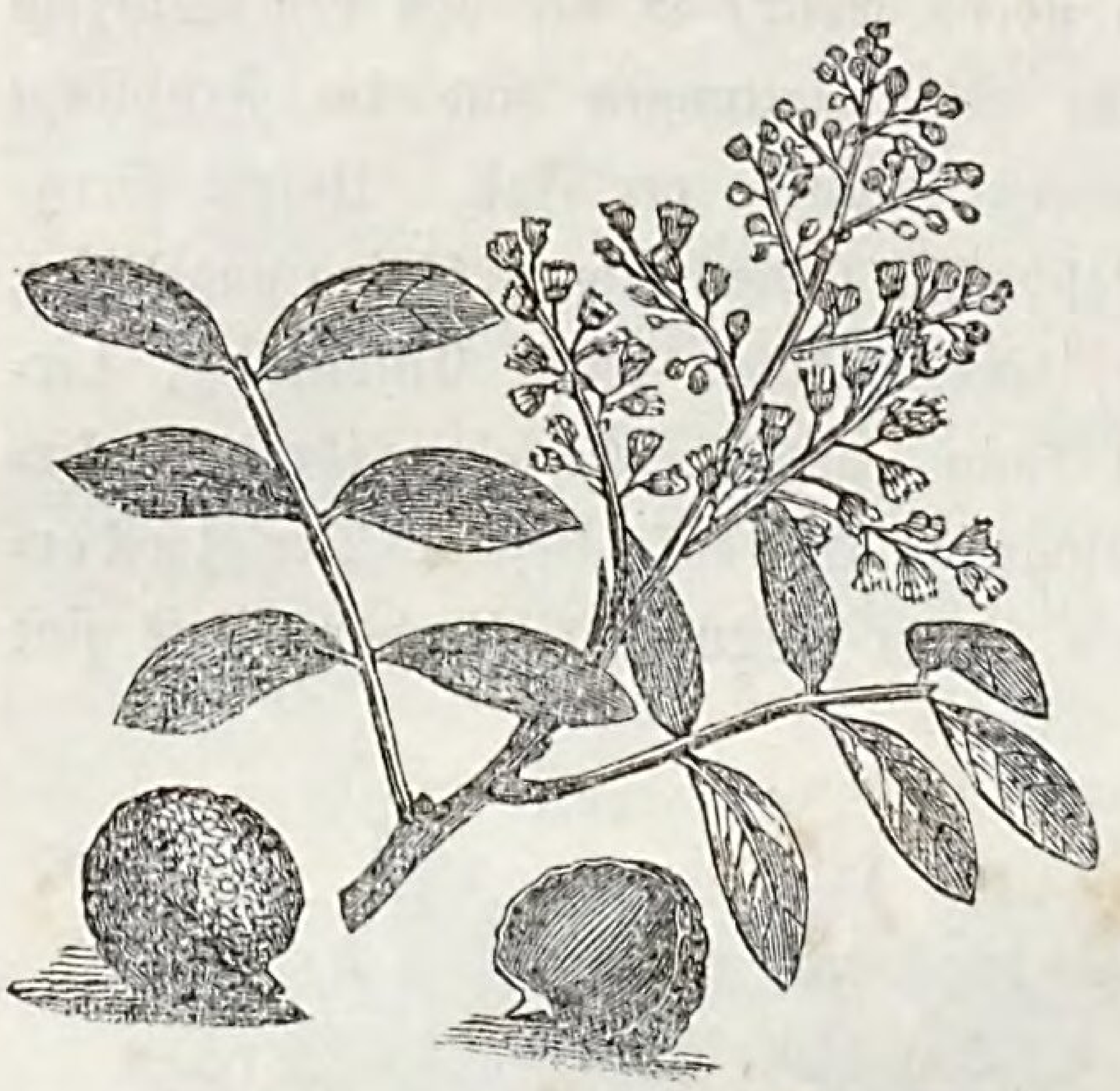


Fig. 352, *a*. Ein Zweig des Longanenbaumes (Nephelium s. Dimocarpus longan) mit Blüthen; daneben die Frucht.

Zweite Ordnung.

Die Troddelträger. Julifloræ.

Die meisten Laubbäume unserer Wälder gehören derjenigen Ordnung von Pflanzen an, welche man nach der Form ihres Blüthenstandes Troddelträger nennen kann. Diese Ordnung umfaßt eine große Zahl verschiedener Pflanzenfamilien, deren viele meistens baumartige vieljährige, andere dagegen krautartige einjährige Arten enthalten.

Die Familie der Cupuliferen (Cupuliferæ) umfaßt die Haseln (Corylus), die Eichen, die Buchen und Hainbuchen. Die Haseln (Fig. 353) heißt man

gewöhnlich Haselstauden oder Haselbüsche, weil sie nicht eigentlich baumartig wachsen, sondern ohne einen bedeutenden Hauptstamm fast nur aus Verzweigungen bestehen, welche nahe bei einander aus dem Boden hervortreten, in welchem sie auf einer geringen gemeinsamen Axe befestigt sind. Dieser Wuchs ist vollkommen entgegengesetzt dem der Tanne, indem hier die gerade Verlängerung der primären Axe frühzeitig fehlschlägt, während die Zweige um so vorherrschender sich entwickeln. Die Blüthen der Haseln zeigen sich bereits im Februar, ja die geschlossenen Knospen derselben stehen schon den Winter hindurch an der Pflanze, an welcher man sie bereits im Sommer des vorigen Jahres neben den Früchten und Blättern hätte bemerken können (Fig. 353). Sie sind diklinisch, aber monöcisch. Die männlichen Blüthen stehen indessen mit den weiblichen nicht allein nie in einer Blüthe vereinigt, sondern sogar die ganzen Blüthenstände sind getrennten Geschlechtes. Die männlichen Blüthenstände bilden sehr ausgezeichnete Troddeln; es sind die von den Zweigen herabhangenden sogenannten Kätzchen (Fig. 354). Da die Troddeln vieler Cupuliferen und Betulaceen, sowie die der Juglandeen eine ähnliche Form haben, so nannte man darnach diese Familien zusammen auch wohl Kätzchenträger (Amentaceæ). Die Troddeln zeigen sich anfangs als kurzgestielte eiförmige Knospen, mit sehr zahlreichen, spiralig angeordneten, schuppenförmigen Blattorganen. Sie entspringen an Zweigen aus den Achseln der Blätter, und sind also selber Zweige; nicht selten aber ist ein solcher Zweig selber noch mit Zweigen versehen, so daß neben einem endständigen Troddelchen zwei seitliche stehen, deren Stielchen aus dem des ersten entspringen, oder es fehlt auch das endständige, zwischen den beiden seitenständigen, ganz, indem auch hier, wie so vielfach bei dem Wachsthume der Haseln, die gerade Fortsetzung der Axe unentwickelt bleibt. In letzterem Falle scheint das die zwei Troddelchen tragende Zweiglein sich zu gabeln. Indem allmählig die Axe des Troddelchen sich verlängert, werden die schuppenförmigen Blattorgane auseinander gerückt. In der Achsel jedes solchen Schüppchens entspringt ein äußerst geringes Zweiglein, welches in der engen Lage ganz an die obere (in natürlicher Stellung des hangenden Troddelchens freilich abwärts gekehrte) Fläche des Schüppchens anwächst, so daß es nur als eine Art Mittelrippe auf demselben erscheint, dennoch aber eine Anzahl wohl entwickelter Blattorgane, nämlich Staubfäden, trägt. Jedes solche Zweiglein mit seinem Staubfadenbüschel ist eine „männliche Blüthe", freilich ohne jede Spur von Kelch- und Kronenblättern

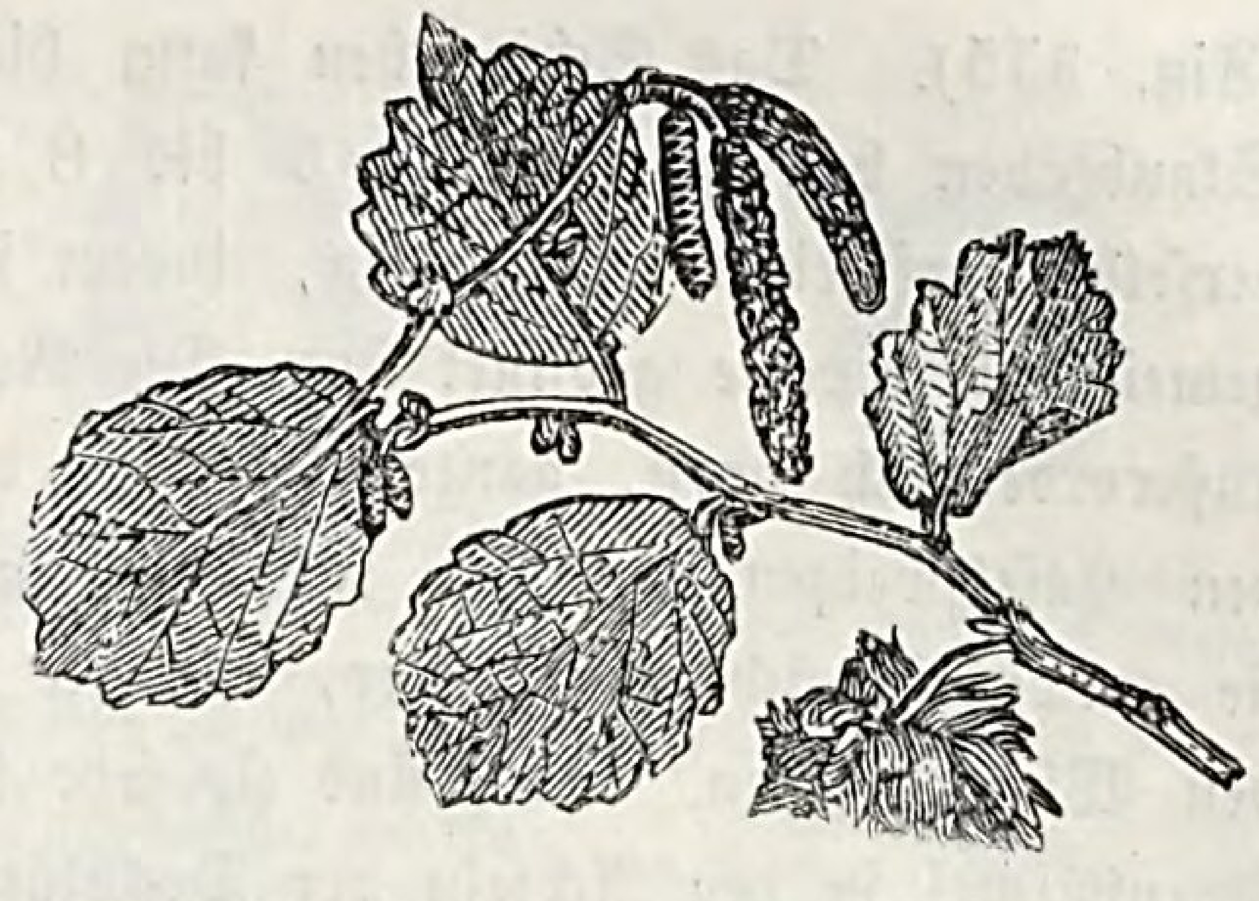


Fig. 353. Ein Zweig der gemeinen Nußhaselpflanze (Corylus avellana) mit Blättern und einem Büschel von Früchten im Julimonate. Man bemerkt in der Nähe der Blätter ganz kleine Knospen, von denen einige sich bereits deutlich als männliche Troddelchen erkennen lassen, deren Blüthe erst im folgenden Jahre eintritt. Ein blätterloses Zweiglein mit blühenden Troddeln im Januar.

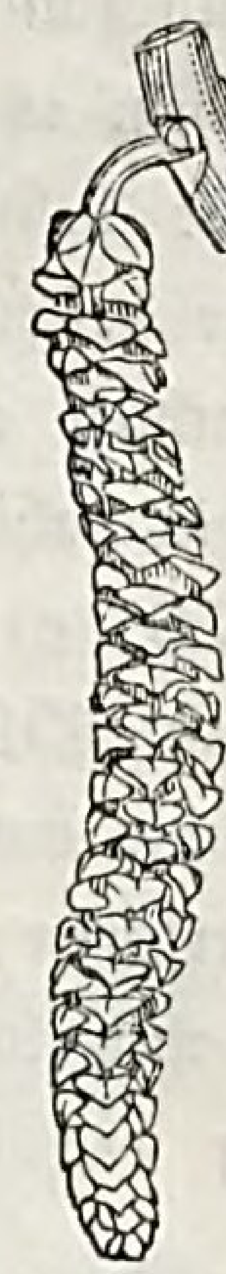


Fig. 354. Der troddelförmige männliche Blüthenstand — das sogenannte Kätzchen — der gemeinen Nußhasel (Corylus avellana). Nat. Gr.

(Fig. 355). Das Schüppchen kann hier ein Deckblatt heißen. Die Zahl der Staubfäden beträgt meistens 6 bis 8 in einer jeden Blüthe. Die Staubbeutel derselben erscheinen einfächerig, indem ihre beiden Fächer vereinigt und durch eine gemeinsame Spalte geöffnet sind. Die Menge der Pollenzellen in einem Kätzchen ist außerordentlich groß, ganze Wölkchen derselben verstäuben um die Blüthezeit von den Haselzweigen. — Die weiblichen Blüthenstände sind sehr unscheinbar; sie entwickeln sich weit später, als die männlichen und gleichen bis zur Blüthezeit den Winterknospen. Doch sind sie sehr kurze Trodbelchen, welche statt der Staubfädenbüschel in den Achseln der Deckblätter Fruchtknoten enthalten. Aeußerlich von hornighautigen Knospendecken umhüllt, strecken sie aus diesen nur die zarten fadenförmigen, herrlich purpurrothen Griffel hervor. Eine Anzahl von Blattorganen innerhalb der Knospendecken bildet zusammengewachsen eine unregelmäßige Hülle, die sogenannte Becherhülle. Innerhalb dieser stehen mehrere Fruchtknoten, deren jeder aus zweien Karpellen gebildet und mit zweien Griffeln versehen ist (Fig. 356). Da jeder Fruchtknoten eine Axe umschließt, so ist ein jeder derselben eine „weibliche Blüthe", und die erwähnte Becherhülle ist zu erklären aus einer Verwachsung der Deckblättchen der einzelnen jener Blüthen. Durchschneidet man den Fruchtknoten, so findet man (Fig. 357) an dem Mittelsäulchen jederseits ein Samenknöspchen, dessen Ursprungspunkt bis in den oberen Winkel des Karpellarfaches hinaufgerückt ist, so daß das Knöspchen selbst gezwungen ist, niederwärts zu hangen. Doch wendet es nicht die Mikropyle abwärts, sondern es verlängert seinen Knospengrund und schiebt diesen abwärts; es hangt in Folge dessen an einem Nabelstrange, an welchem es mit seiner Seite anliegt und neben dessen Ursprungspunkte sich die Mikropyle befindet. Nach der Blüthezeit erhebt sich rings um den Fruchtknoten eine neue besondere Hülle innerhalb der vorhin erwähnten Becherhülle; dieselbe ist zu betrachten als eine Vereinigung von nachträglich entwickelten Perigonblättchen, welche bis dahin auch den weiblichen Blüthen ganz fehlten. Die Perigonhülle (Fig. 358, c) wächst bald um den Fruchtknoten empor und umschließt denselben ganz (Fig. 359), verwächst auch völlig mit den Karpellblättern und bildet verholzend die harte Schale der Haselnuß (Fig. 360, f). Die Griffel gehen frühzeitig verloren; wo sie standen, da besitzt die Nußschale später noch immer ein sehr feines, nur locker verstopftes Loch. Die Becherhülle hat sich während der Entwicklung des Samens und der Nußschale ebenfalls bedeutend vergrößert und um-



Fig. 355. Eine männliche Blüthe der Nußhasel. *

* e Ein Deckblättchen von dem trodbelförmigen Blüthenstande, vergrößert; a der Büschel von Staubfäden auf einer an das Deckblättchen angewachsenen Blüthenaxe.

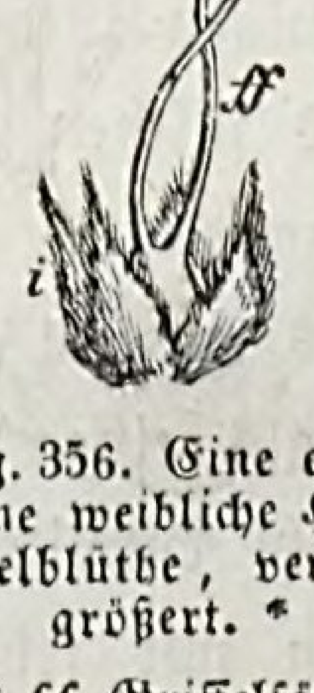


Fig. 356. Eine einzelne weibliche Haselblüthe, vergrößert. *

* ff Griffelfäden des Fruchtknotens; i Becherhülle.



Fig. 357. Der Fruchtknoten durchschnitten, stärker vergrößert. Man bemerkt die beiden Fächer und in denselben die beiden hangenden Samenknospen.



Fig. 358. Eine einzelne weibliche Blüthe nach der Befruchtung. *

* s Griffel; o Fruchtknoten; i geöffnete Becherhülle; c die innerhalb der Becherhülle sich entwickelnde Perigonhülle.

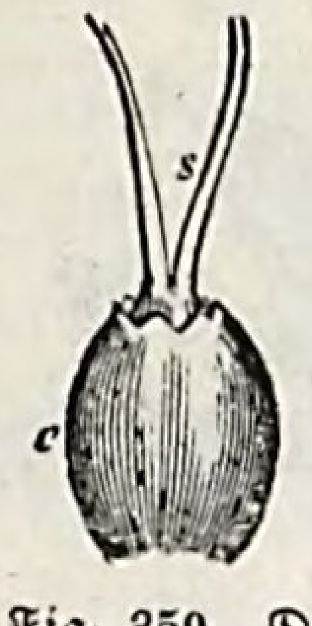


Fig. 359. Der Fruchtknoten ragt mit seinen Griffeln *s* nur noch wenig hervor aus der Perigonhülle *c*.



Fig. 360. Die halbreife Haselnuß; doppelte Gr. *

* *i* Becherhülle; *f* die Nußschale, aus der Perigonhülle gebildet.



Fig. 361. Der Samen (Nußkern) der Haselnuß. *

* Die Mikropyle ist nach oben gerichtet; *f* der Nabelstrang; *r* die Nabtlinie, in welcher der Nabelstrang an die Samenhaut gewachsen war; *c* der Nabelpunkt (Knospengrund); *n* Adern (Gefäßbündel) der Samenschale.

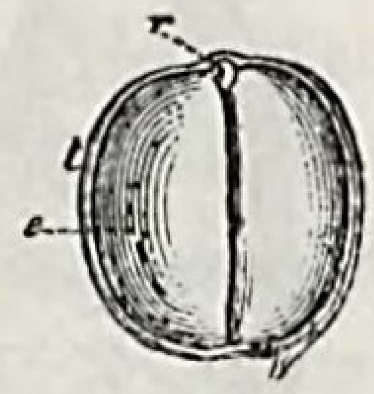


Fig. 362. Ein Nußkern, welchem man die Samendecken auf der sichtbaren Seite abgenommen hat. *

* *r* Axenorgan; *t* Samendecken, welchen auf der andern Seite noch der Nabelstrang anhangt; *e* Cotyledonen des Embryo.

gibt die Nuß als eine zerschlitzte grüne, am Grunde schwielige Decke (Fig 360, i). Die Knospendecken des Blüthenstandes sind durch die Entwicklung dieser Hülle ganz abgeworfen. In jedem Fruchtknoten entwickelt sich in der Regel nur *ein* Samen, durch dessen Ausbildung das andere Samenknöspchen und sogar das ganze andere Fruchtfach spurlos verschwindet. Indessen trifft man doch nicht selten zwei Samen in einer Nuß. Der *Samen* ist der sogenannte *Kern* der Nuß. Derselbe besitzt eine äußere bräunliche und eine innere weiße, sehr zarte hautartige Samenschale, entstanden aus den beiden Decken des Samenknöspchens. Oeffnet man die Nuß von der Spitze her, so bemerkt man neben der Mikropylenspitze des Samens einen faserigen Strang, welcher innerlich an das, als eine zunderige braune Schicht die Nuß auskleidende, Fruchtknotengewebe befestigt ist. Versucht man vorsichtig den Samenkern wegzunehmen, so reißt dieser Strang an der Seite desselben herunter bis zu einem der Mikropyle gerade entgegengesetzten Punkte, wo er abreißt. Es ist dieser Strang der *Nabelstrang* des Samenknöspchens. Oft reißt der Strang am Knospengrunde eher ab, als an der Mikropyle (Fig. 361). Die Samenschale, an welcher man Gefäßbündel vom Knospengrunde aufsteigen sieht, wird gänzlich ausgefüllt von dem *Embryo*, dessen zwei Cotyledone der Theil der Nuß sind, welchen man seines Wohlgeschmacks wegen ißt. Zwischen beiden befindet sich unter der Mikropyle das äußerst kleine Axenorgan, aus welchem sie selber hervorgewachsen sind, mit seinem Keimungsknöspchen (Fig. 362).

Bei den *Eichen* (Fig. 363) sind die *männlichen* Troddelchen denen der Haseln wenig ähnlich. An der fadenförmigen, sehr schlaff herabhangenden Axe des Blüthenstandes stehen in vereinzelten Häufchen sehr kleine Blüthenaxen mit einer Anzahl feiner und schmaler Perigonblättchen und Staubfäden, welche letztere deutlich zweifächerige Antheren tragen. Die *weiblichen* Troddelchen besitzen zwei Knospendecken und innerhalb dieser eine Menge von Deckblättchen (Becherblättchen) an einer Axe, auf deren Spitze ein Fruchtknoten steht. Letzterer ist dreifächerig, und sein kurzer Griffel endigt in drei Narben. In jedem Fache

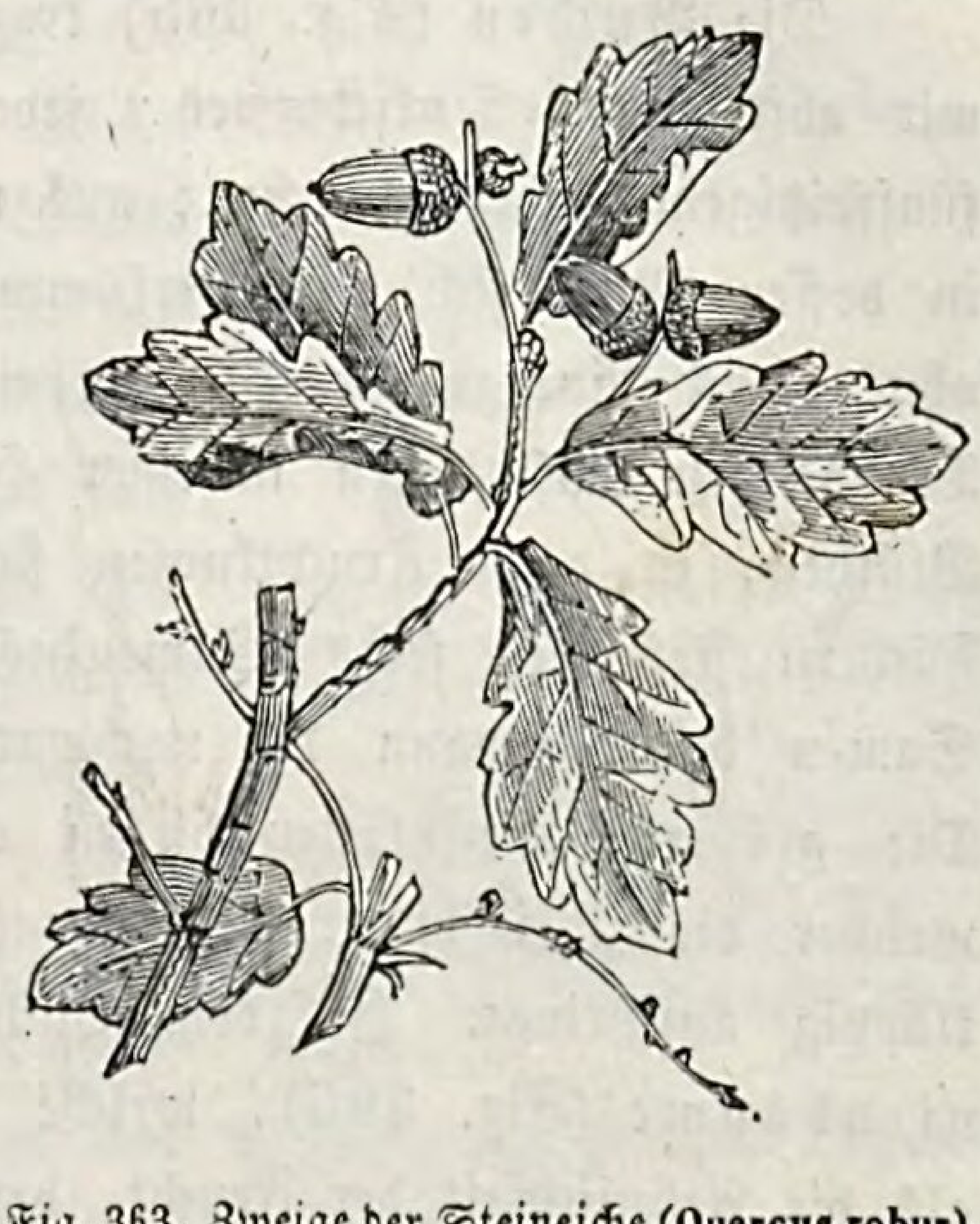


Fig. 363. Zweige der Steineiche (Quercus robur), mit fadenförmigen männlichen Blüthentroddeln und mit Eicheln.

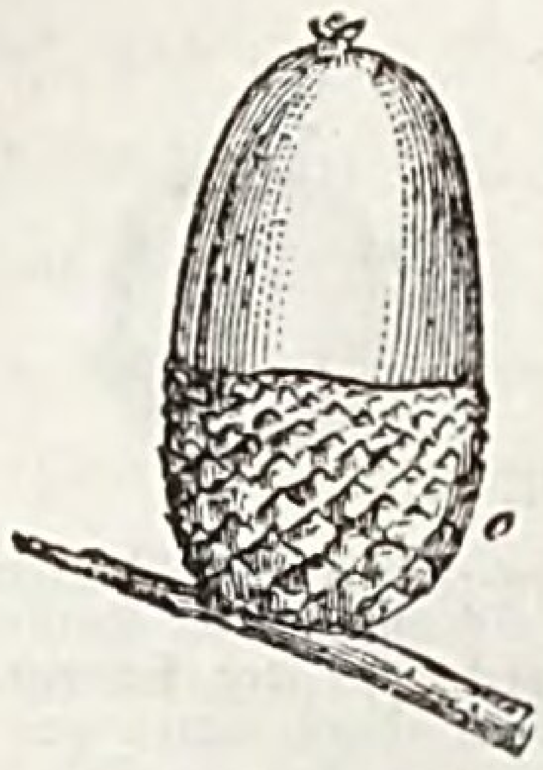


Fig. 364. Eine Eichel. *

* c Der Becher, welcher durch die Verwachsung einer großen Menge von Deckblättchen gebildet ist, deren unverbundene und spiralförmig geordnete Spitzen man sieht. Auf der Spitze der Nuß bemerkt man Spuren von den Spitzen der Perigonhülle, aus welcher die lederartige Schale gebildet ist.



Fig. 366. Ein Zweig der Kastanienbuche (Fagus castanea) mit Blüthentroddeln.



Fig. 365. Ein Zweig der Waldbuche (Fagus sylvatica) mit Blüthentroddeln, nebst einem reifenden Fruchtstande in seiner stachligen Becherhülle.

befinden sich ursprünglich zwei Samenknospen, jedoch bildet sich von allen meistens nur ein einziger Same aus. Um den Fruchtknoten wächst die nachträglich entwickelte Perigonhülle empor und verschmilzt mit den Karpellen völlig zu der lederartigen Nußschale der Eichel. Die zahlreichen Deckblättchen verwachsen zusammen zu einem napfförmigen Becher (cupula, daher der Name der Familie: Cupuliferen), welcher die Eichelnuß nur höchstens bis zur Hälfte umschließt und deutlich die Spuren der spiralig angeordneten kurzen und dicken Deckblätter erkennen läßt (Fig. 364). Die Nuß fällt bei der Reife aus diesem Napfe heraus. Der Embryo, welcher die Eichelnuß gänzlich ausfüllt und nur von einer dünnen Samenhaut umgeben ist, hat mit dem der Haselnuß die größte Aehnlichkeit.

Die Buchen (Fig. 365) tragen kurze quastenförmige männliche Troddelchen, mit abfallenden Deckschuppen; jede männliche Blüthe besteht aus einem grünen fünfspitzigen Perigonglöckchen, aus welchem zahlreiche Staubfäden hervorhangen und in dessen Mitte sich eine verkümmerte Fortsetzung der Blüthenaxe bemerken läßt, ohne jedoch Anlage zur Bildung eines Fruchtknotens zu zeigen. Die weiblichen Troddelchen umschließen in einer Hülle von einigen größeren Deckblättern mehrere Blüthen, in deren Fruchtknoten sich auch hier meistens nur je eins der in drei Fächern stehenden sechs Samenknöspchen zu einem Samen ausbildet. Um jeden Samen bildet sodann die nachwachsende Perigonhülle eine lederartige Nußschale. Die größeren Deckblätter bilden einen drei= bis vierspaltigen stacheligen Becher, welcher die zwei bis vier dreikantigen Nüsse ganz umschließt und bei der Reife klappig aufspringt. Zu dem Buchengeschlechte gehören auch die ächten Kastanienbäume (Fig. 366), welche mit den Roßkastanien nichts gemeinsam haben, als die Aehnlichkeit der Frucht, deren Entwicklungsweise jedoch hier auch eine ganz andere ist, als bei jenen. Die männlichen Troddeln sind denen der Eiche ähnlich,

indem die Blüthen in entfernten Gruppen an der fadenförmigen Axe des Blüthenstandes sitzen. Bei den weiblichen Blüthen ist die Perigonhülle hier schon zur Blüthezeit ausgebildet und umschließt den Fruchtknoten als ein fünfspaltiges enges Glöckchen. Innerhalb einer kugeligen stachligen Becherhülle, welche ganz der aus den Karpellen der Roßkastanie gebildeten Fruchthülle gleicht, entwickeln sich mehrere Nüsse, ganz den Roßkastaniensamen ähnlich, mit lederartiger Nußschale.

Die männlichen Troddeln der Hainbuche (**Carpinus betulus**) ähneln denen der Haseln, die weiblichen dagegen tragen an einer ebenfalls ziemlich langgestreckten Axe die Blüthen in den Achseln dreilappiger Deckblätter, welche die Nüßchen später nicht becherförmig umschließen, sondern als Blätter von besonderer Form unter denselben sich ausbilden.

Die Blätter der Cupuliferen haben stets einen mehr oder weniger langen Stiel, welcher auf der Oberseite flach, etwas rinnenartig ist. Eine blattartige Ausbreitung, ein Phyllodium, am untern Theile desselben bemerkt man nicht, wenn das Blatt entwickelt ist. Beobachtet man aber die Knospen dieser Gewächse zu der Zeit, wo sie ausschlagen, so sieht man deutlich, daß ein Paar schuppenförmige Seitenlappen von hautiger Beschaffenheit an dem Stiele jedes sich entwickelnden Blattes stehen. Diese Schuppen sind Nebenblätter; sie gleichen ganz den Knospendecken, und letztere sind in der That Phyllodien, deren Mittelrippe ebenso wie der eigentliche Blatttheil ganz unentwickelt blieb. Man könnte sagen, jede Knospendecke der Winterknospe sei zu vergleichen zweien mit ihren inneren Rändern verwachsenen Nebenblättern. Die Nebenblätter der sich wirklich entwickelnden Frühlingsblätter werden, da sie noch während der Entwicklung der Blätter abfallen, Ausschlagsschuppen genannt. Die Hainbuchen zeigen diese Schuppen im April besonders ausgezeichnet deutlich. Man erkennt ihre Bedeutung am besten durch Vergleichung mit einem Blatte, an welchem der untere Theil des Blattstieles eine scheidenartige Rinne und an dem Saume der letzteren getrennte oder zusammengewachsene Nebenblätter besitzt, wie dieses bei einigen Monocotyledoneen (Fig. 367) gefunden wird.

Die Blattstiele mehrerer Cupuliferen bieten ein Beispiel des völligen Mangels einer Abgliederung und Narbenbildung an ihrem Befestigungspunkte dar. So finden wir die Eichen, die Hainbuchen u. s. w. im Winter mit verdorrtem Laube bedeckt, weil die Blätter sich nicht leicht ablösen können, während sie bei den Roßkastanien-, Ahorn- und Wallnußbäumen abfallen, bevor sie abgestorben sind. Wir kennen nicht die Ursache des Absterbens der Blätter, so allgemein auch die Erscheinung des herbstlichen Laubfalles in unseren Gegenden ist. Daß nicht die Kälte die Ursache desselben ist, ergibt sich einestheils daraus, daß so viele Pflanzen ihre Blätter vor dem Eintritte der Kälte abwerfen, während andere, wie die Coniferen größtentheils, wie das Singrün unserer Wälder und Gärten, die ihrigen ungestört durch mehrere Winter hindurch behalten. Es ist mit den chemischen Prozessen, welche fortwährend in den Blättern vorgehen, eine allmählige Veränderung der Eigen-



Fig. 367. Ein Blatt der monocotyledonischen Houttuynie (**Houttuynia cordata**) aus der Familie der Callaceen (Seite 801). *

* r Axenorgan, an welchem das Blatt entsprungen ist; f Blattspreite; s zwei Nebenblätter, mit ihren inneren Rändern zusammengewachsen und so eine Art Blatthäutchen darstellend.

schaften dieser wichtigen Organe verbunden, welche ihrer eigenen Existenz ein Ziel setzt. Wie die Farbe der Blätter mit dem Fortschritte ihrer Entwicklung die auffallendsten Veränderungen erleidet, deren Ursache der Veränderung der chemischen Vorgänge im Innern des Blattes zugeschrieben werden muß, so bezeichnen solche Farbenveränderungen auch nach der Erreichung der höchsten Entwicklungsstufe weitere Umänderungen im Blatte, welche endlich mit dem Beginne der Fäulniß der Säfte endigen. Bemerkt man einerseits in den Zellen der jungen Blättchen im Frühlinge blaue, violette, rothe, orangefarbige, gelbe Säfte, durch welche entweder eine reine derartige Färbung des ganzen Blattes oder eines Theiles desselben, oder aber eine entsprechende eigenthümliche Nüancirung der grünen Farbe, wenn diese in den meisten Zellen vorherrscht, hervorgerufen wird, bis endlich die volle gesättigte Farbe des Sommers eintritt, so geht letztere andererseits im Herbste wieder in die nämlichen Nüancirungen des Grün und in Gelb, Orange, Roth, Violett und Blau über, wobei freilich oft schon früher, aber endlich gewiß, die braune Moderfarbe der Fäulniß sich einstellt. Leider weiß man bis jetzt über die chemischen Ursachen dieser Färbungen sehr wenig. Dieselben sind offenbar ein Ausdruck des Lebensganges, welcher in jedem Blatte so gut seine bestimmten Wege und Grenzen hat, wie in jedem Organismus. Daß die Temperaturverhältnisse der Jahreszeiten, besonders aber auch die unserer Wahrnehmung fast unmerklich veränderte Beschaffenheit des Gasgemenges, welches wir atmosphärische Luft nennen, von größtem Einflusse auf diesen Lebensgang sind, ist unbezweifelbar; allein es wäre ebenso sehr irrig, eine so zerstörende Ursache, wie den Frost der Herbstnächte, für die regelmäßige Ursache des Herbstlaubfalles halten zu wollen, wie es lächerlich sein würde, das Wasser für die Ursache des Todes der Thiere zu halten, weil viele Thiere im Wasser sterben. In den tropischen Gegenden gibt es ebenso gut, wie bei uns, Pflanzen, deren Laub nur einige Monate dauert, und es ist bei vielen gerade der Eintritt der heißeren Jahreszeit, welcher den Laubfall hervorruft. Viele Bäume dagegen bleiben dort, wie die Tannen bei uns, immergrün, indem die Lebenszeit eines jeden Blattes in der Regel so lang ist, daß mehrere Generationen von Blättern zu gleicher Zeit auf dem Baume stehen und bei allmähligem Abfalle der ältesten somit doch nie Kahlheit eintreten kann. So finden sich in der heißen Zone immergrüne Eichen — freilich andere Gattungen, als unsere einheimischen, deren Blätter eine ganz abweichende Beschaffenheit haben und durch eine lederartige Festigkeit und dicke Firnißdecke einerseits den Blättern des auch bei uns immergrünen Singrün, sowie der Orangenbäume und Camellien ähnlich, andererseits den Nadelblättern der Coniferen vergleichbar sind.

Ein merkwürdiges Beispiel abweichender Färbung bietet eine Abart der gemeinen Waldbuche dar, die sogenannte Blutbuche (Fagus sylvatica varietas sanguinea), deren Blätter die dunkle Farbe des geronnenen Blutes besitzen. Man findet in den Zellen dieser Blätter dem Chlorophyll ähnliche Körner, aber von rother Farbe, ganz wie diese auch in den rothen Rüben gefunden werden.

Die Samen aller Cupuliferen sind durch die große Menge von Stärkemehl und fettem Oele, welche in abwechselnden Verhältnissen in den Cotyledonen ihrer Embryonen angehäuft sind, ausgezeichnet, besonders die Nüsse, deren Oel zu den trocknenden Oelen gehört. Dasselbe gilt auch von der folgenden Familie.

Die Familie der Juglandeen oder Walnußgewächse (Juglandeae), welche mehrere der schönsten Bäume enthält (Fig. 368), ist in Europa nur durch den ursprünglich aus Persien stammenden Walnußbaum (Fig. 368, a) vertreten. Die männlichen Troddeln tragen sehr zahlreiche Blüthen mit einer Anzahl sehr kleiner zusammengewachsener Perigonblättchen, die an ein Deckblättchen angewachsen sind, und sehr vielen Staubfäden; von letzteren enthält eine Blüthe oft mehr als dreißig. Die weiblichen Troddeln sind, wie bei den Haseln, sehr kurz und enthalten nur zwei bis drei Blüthen. Jede Blüthe besteht aus einem Fruchtknoten mit einer angewachsenen Perigonhülle, zwischen deren vier Spitzen der Griffel mit seinen zwei Narben hervortritt. Eine Becherhülle, aus vier Deckblättchen bestehend, ist während der Blüthezeit zwar vorhanden, geht hier aber, wie die Knospendecken, später verloren. Der Fruchtknoten ist aus zweien Karpellen gebildet, in deren gemeinsamer Achsel die Blüthenaxe mit einer einzigen Samenknospe endigt. Letztere, deren Entwicklung bei dieser Pflanze vorzugsweise leicht zu beobachten ist, besteht hier, wie bei den Eibenbäumen, nur aus dem Knospenkerne und einer einzigen Samendecke (Fig. 369). Aus dieser Samenknospe entwickelt sich der bekannte Kern der Walnuß, welcher nur aus dem mit einer dünnen Haut bedeckten



Fig. 368, a. Ein Zweig des Walnußbaumes (Juglans regia) mit männlichem und weiblichem Blüthenstande.

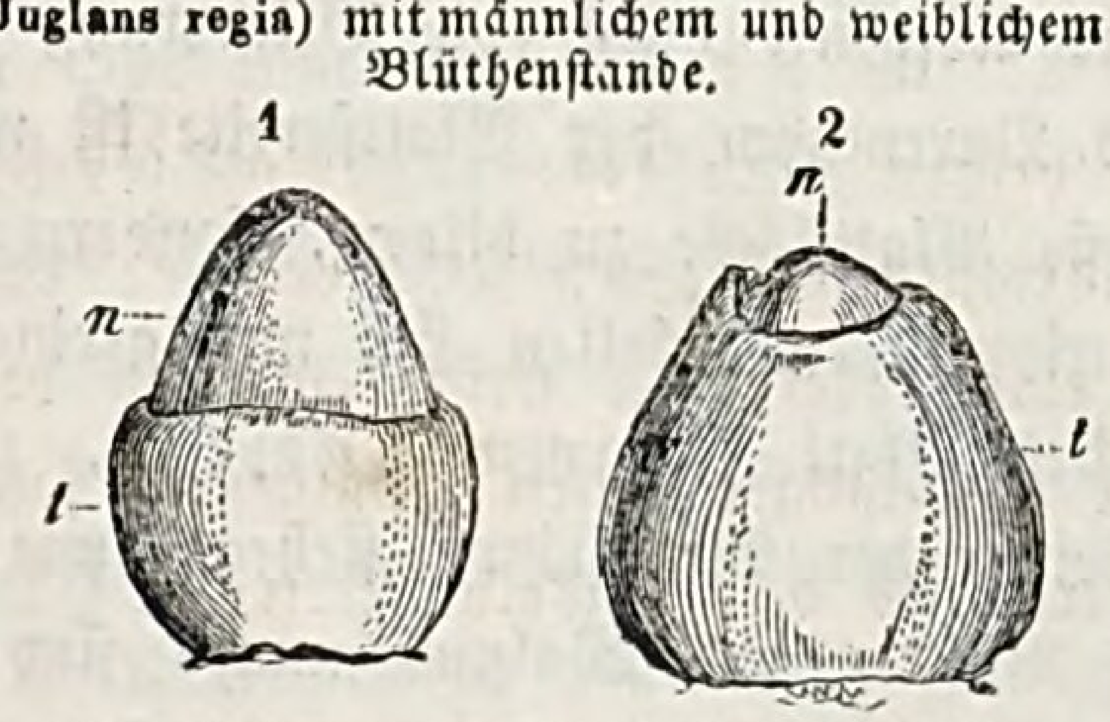


Fig. 369. Vergrößerte Darstellung der Entwicklung des Samenknöspchens im Fruchtknoten des Walnußbaumes. *

* 1 Der Knospenkern *n*, um welchen sich die Samendecke *t* zur Hälfte erhoben hat; 2 die Samendecke bildet um den Knospenkern die Mikropyle.



Fig. 368. Der Hickory oder nordamerikanische Walnußbaum (Juglans alba).

Embryo besteht. Dieser Embryo besitzt zwei sehr große Cotyledonen mit ausgebreiteten und neben dem Axenorgane niedergezogenen runzeligen Lappen. Die beiden Karpelle bilden die innere Auskleidung der steinharten und deutlich aus zwei bis vier Blättern bestehenden Nußschale, sowie die von dieser Schale vorspringenden

und den Embryo zur Annahme einer so tieffaltig runzeligen Form zwingenden Scheidewandleisten. Die Steinschale selbst ist vor der Reife der Nuß deutlich als die innere Schicht der mit den Karpellen verwachsenen Perigonhüllblätter zu erkennen, zeichnet sich jedoch früh durch knorpelige Härte aus, indem ihre Zellen durch zahlreiche Lagen von Cellulose sich ganz ausfüllen, während dagegen die äußere Schicht der Perigonhülle minder hart wird, dagegen noch fortfahren kann, sich durch Zellenvermehrung auszudehnen, nachdem die Zellen der inneren Schicht schon jede Vermehrungsfähigkeit verloren haben. So muß die äußere Schicht sich von der inneren ablösen; sie bildet die grünen sogenannten Leifen, innerhalb deren die Nuß zuletzt ganz beweglich liegt. Die Leifen springen zuletzt zwei- bis vierklappig auf und geben dadurch ihre Entstehung aus einem vier Blättern entsprechenden Perigon zu erkennen.

Die Blätter des Walnußbaumes (Fig. 368) zeichnen sich vor den Blättern aller Pflanzen aus, welche wir bislang einer nähern Betrachtung unterwarfen. Bei den Ahornen sahen wir die Ausbreitung des Parenchymgewebes zwischen den Hauptrippen des Blattes sich ein wenig zurückziehen, so daß der Rand des Blattes zwischen den Spitzen der Hauptrippen hohle Einbiegungen oder Ausschnitte darstellte. Bei den Roßkastanienblättern erschien das Blatt handförmig, gleichsam in eine Anzahl von Blättern getheilt, welche nur an ihrem gemeinsamen Stiele zusammenhangen, wie die Finger an der Hand. Bei dem Walnußbaume besitzt jedes Blatt eine Hauptmittelrippe, welche die gerade Fortsetzung des Blattstieles ist und welche an ihrem Ende einen Saum von Parenchym trägt, der einem einfachen Blatte von länglich eiförmigem Umrisse gleicht, während zu beiden Seiten der Hauptmittelrippe jederseits vier Nebenmittelrippen fast in rechtem Winkel abgehen, welche selber auch an ihrem Ende einen Saum von Parenchym tragen und jenem vorhin erwähnten Blatte am Ende der Hauptmittelrippe ganz ähnlich sind. Das ganze Walnußbaumblatt sieht daher aus wie ein langer Blattstiel, welcher in ein Blatt endigt, während an seinen Seiten je vier eben solcher Blätter stehen. Dennoch aber ist diese ganze Blättergruppe nur ein Blatt, was sich leicht durch die Entwicklungsweise entdecken und auch durch das zusammenhangend gemeinsame Abfallen durch die Gliederung des Hauptblattstieles schon vermuthen läßt. Das Parenchym der Blattspreite ist nicht genügend entwickelt, um eine gemeinsame große Blattfläche zu bilden, sondern um das Ende der Hauptrippe und um die Nebenrippen entwickelten sich nur geringere besondere Blattspreiten. Man nennt ein solches Blatt zusammengesetzt, und, weil die einzelnen Blattspreiten zu beiden Seiten der Mittelrippe stehen, wie die Bärte an einer Feder, gefiedert. — Die Blätter des Walnußbaumes sind an ihrem Befestigungspunkte, wo der Hauptstiel ziemlich breit rinnenförmig ist, stark abgegliedert. In der Achsel eines solchen Blattes entspringen nicht selten mehrere Achselknospen über einander, indem das Parenchym des Markstrahles, welcher über dem Hauptgefäßbündel des Blattes hier das Fasergewebe unterbricht, in mehreren Partieen hervorwächst (Fig. 370). Die unteren Knospen pflegen in diesem Falle geringer zu sein, als die oberen, welche letztere sich oft allein entwickeln. Bei anderen Pflanzen finden wir mitunter das umgekehrte Verhältniß.

Die Familie der Birkengewächse (Betulaceae) enthält die Birken (Fig. 371) und Erlen oder Ellern (Fig. 372). Diese ähneln in ihren männlichen Trod-

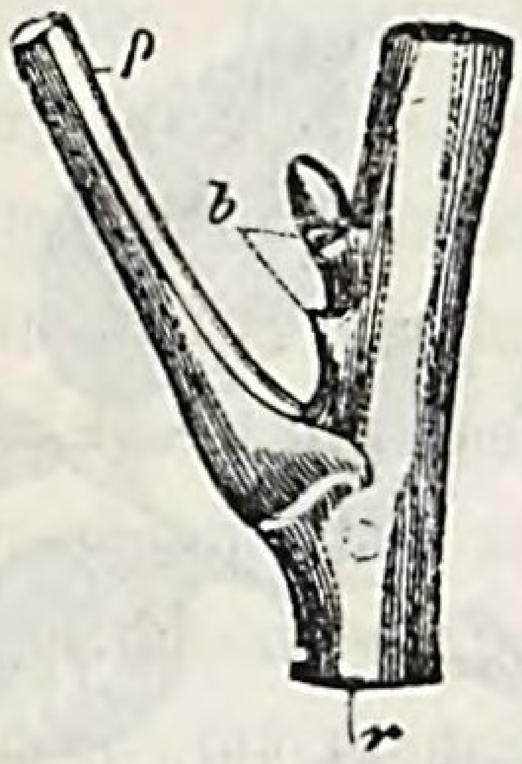


Fig. 370. Ein Zweig des Walnußbaumes (Juglans regia) mit Nebenknospenbildung. *

* r Zweigaxe; p Blattstiel, an seinem unteren Theile rinnenartig und abgegliedert; b zwei Achselknospen über einander; die untere ist die Hauptachselknospe, hier aber die kleinere; die obere ist die Nebenknospe, hier aber die entwickeltere.

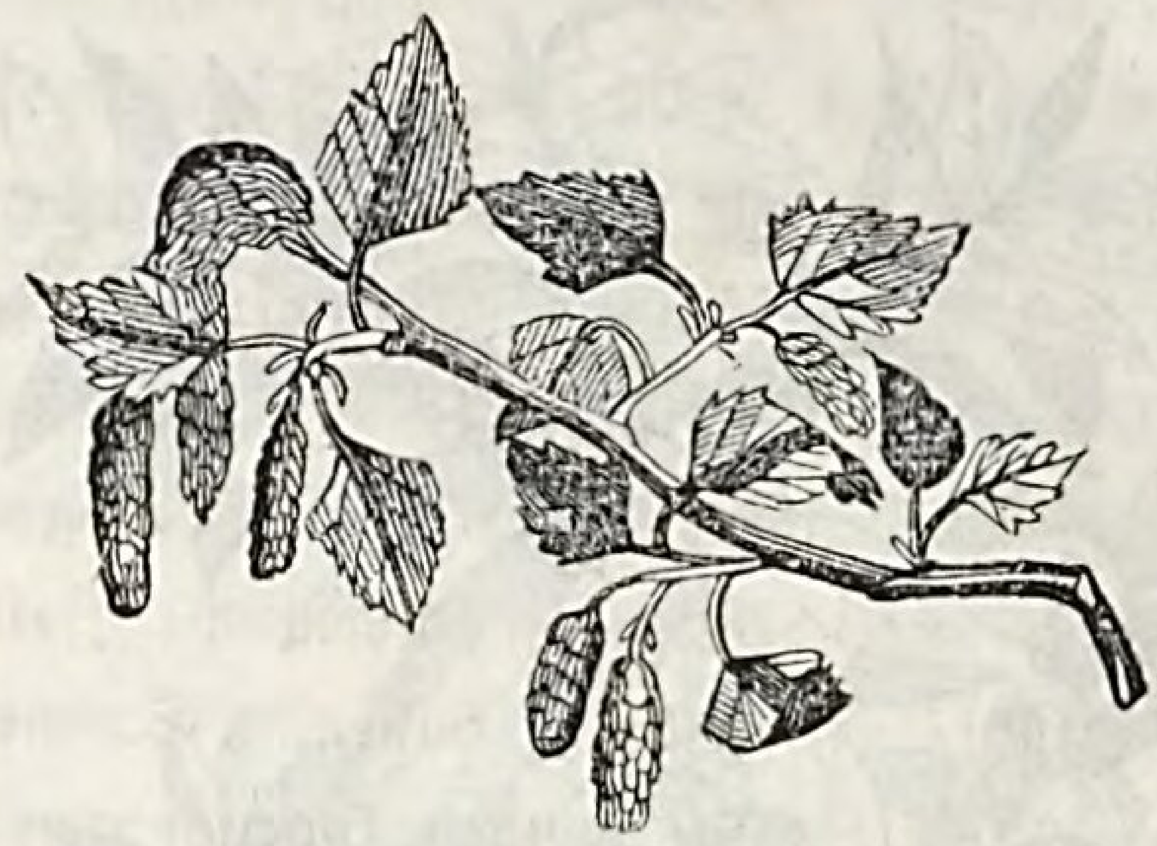


Fig. 371. Ein Zweig mit Blüthentroddeln von der gemeinen Birke oder Weißbirke (Betula alba).



Fig. 372. Zweige der gemeinen Erle oder Schwarzbirke (Alnus glutinosa s. Betula alnus); a mit Blättern; b mit abgeblühten männlichen Troddeln und Fruchttroddeln, sowie jungen Troddeln für das nächste Jahr.

deln, welche schon im Herbste erscheinen, den Haseln in hohem Grade und besitzen außerdem auch sehr deutlich troddelförmige, bei der Erle ebenfalls schon im Herbste, bei der Birke aber erst im Frühling erscheinende weibliche Blüthenstände. Die Hauptaxe dieser Troddeln trägt ohne Deckblättchen kleine Seitenaxen, welche letztere nahe über ihrem Ursprunge ein Deckblättchen und über diesem drei noch kleinere, an das Deckblättchen angewachsene Axen tragen. Die letzterwähnten, äußerst kleinen Axen tragen in den männlichen Blüthenständen jede einige sehr geringe Perigonblättchen, welche an das größere Deckblättchen angewachsen sind, und einige Staubfäden. Die drei kleinen Axen der weiblichen Blüthenstände tragen, ohne Spur von Perigonblättchen, jede einen zweifächerigen Fruchtknoten mit zweien Griffeln. Bei den Birken fallen die Deckblätter nach der Blüthezeit ab und die Fruchtknoten bilden sich zu kleinen, meistens einsamigen Früchten mit einem Flügelsaume aus. Bei den Erlen aber bleiben die Deckblätter nicht nur ausdauernd bis zur Samenreife, sondern sie bilden, mit den an sie angewachsenen Fruchtaxen verholzend, einen kleinen eiförmigen Zapfen, dem der Coniferen im Kleinen ähnlich. Man findet oft Erlen, in deren Fruchtknoten Insekten ihre Eier legten, und an deren weiblichen Troddeln sich in Folge dessen die Deckblättchen zu deutlichen, aber verkrüppelten und theilweise rothfarbigen Laubblättern ausgebildet haben. — Die Knospen und Blätter der Erlen schwitzen ein klebriges Gemenge von Harz und Wachs aus.

Die Familie der Gagelgewächse oder Myriceen (Myriceae), welche im Allgemeinen mit den vorigen sehr viele Aehnlichkeit haben, umfaßt einestheils den in unsern Torfsümpfen sehr gemeinen Gagelstrauch (Myrica gale), welcher durch ein ätherisches, harzbildendes Oel seiner Blätter stark und betäubend riecht und mitunter als betrügerischer Zusatz zum Biere gegeben wird, um den Hopfen zu ersetzen und das Getränk berauschend, oder vielmehr betäubend zu machen, andererseits die verwandten Wachsgagelsträucher Nordamerika's (Fig. 373). Letztere



Fig. 373. Ein Zweig des virginischen Wachsgagelstrauches (Myrica cerifera) mit Blüthentroddeln und Fruchttroddeln, welche aufrecht stehen.

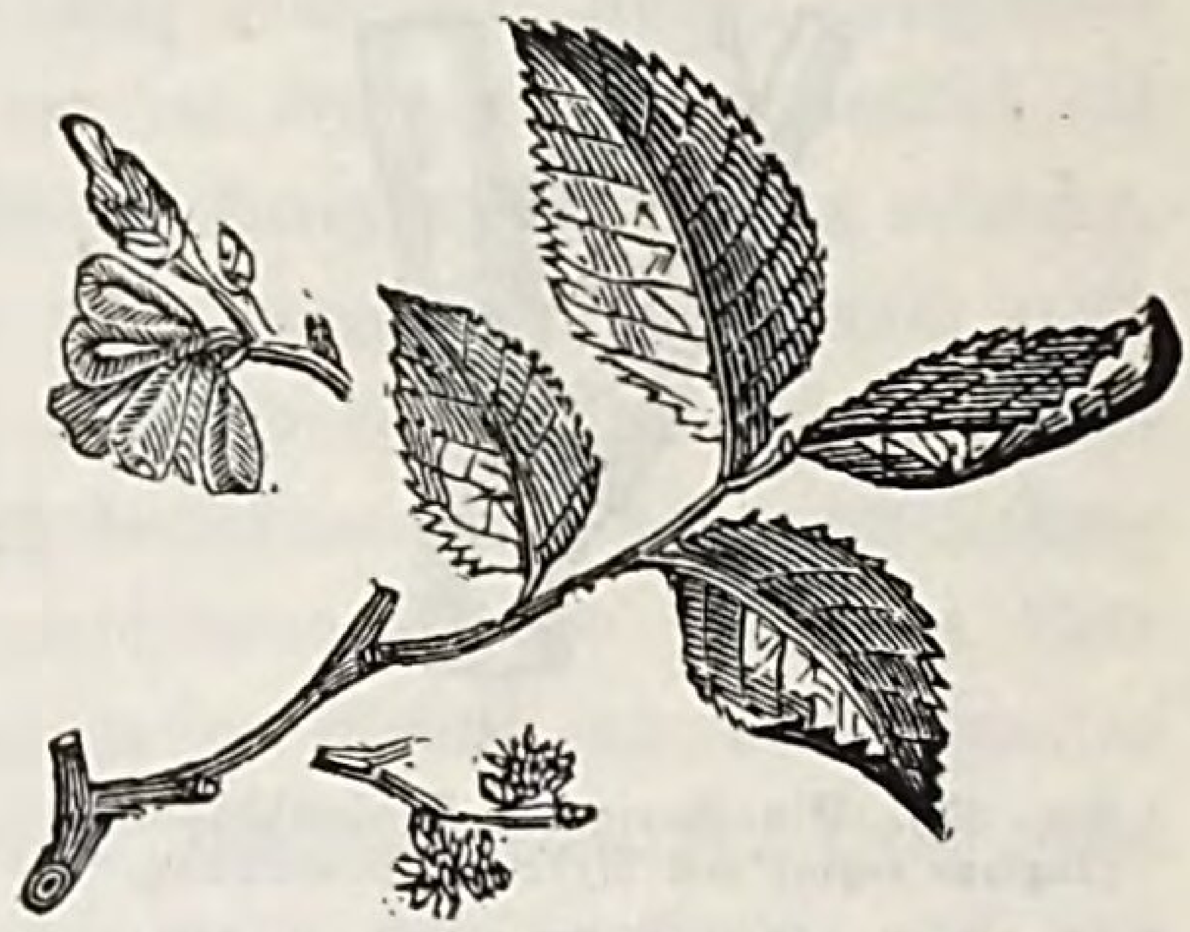


Fig. 374. Ein Zweig der Feldulme oder Rüster (Ulmus campestris). Unten ein Zweiglein mit Blüthentroddeln, welche vor den Blättern im März erscheinen; oben ein Zweiglein mit Flügelfrüchten.

sondern eine sehr reichliche Menge von Wachs aus allen ihren Theilen, besonders aber aus den Fruchttroddeln, in welchen es die beerenartigen Früchte dick überzieht. Dieses Wachs ist sehr wohlriechend, da es mit ätherischem Oele durchdrungen ist, übrigens spröder als Bienenwachs, eine Eigenschaft, welche damit zusammenhangt, daß das Bienenwachs aus 70 Theilen Cerin und 30 Theilen Myricin, das Gagelwachs (cera myricea) dagegen aus 87 Theilen Cerin und 13 Theilen Myricin besteht. Das Cerin besteht, den neuesten chemischen Untersuchungen zufolge, aus einer eigenthümlichen Säure, der Cerotinsäure ($C^{54} H^{53} O^3 + HO$), und einem organischen Oxyde, dem Cerotin ($C^{54} H^{56} O^2$), das Myricin dagegen aus Margarin- oder Palmitinsäure ($C^{32} H^{31} O^3$) und Melissin ($C^{60} H^{62} O^2$). Aus dem Myricin- oder Gagelwachse fabrizirt man in Nordamerika Kerzen, und der Strauch ist dieses Produktes wegen in neuerer Zeit auch in Europa versuchsweise angepflanzt worden.

Die Familie der Keulenbäume oder Kasuarinen (Casuarinae), welche ganz ausschließlich auf Neuholland und die benachbarten Inseln beschränkt ist, trägt in hohem Grade zu der Seltsamkeit der Natur dieses Erdtheiles bei. Diese Pflanzen haben nämlich den Wuchs der Equisetaceen und wahrscheinlich auch eine ähnliche Entwicklung ihrer scheinbar fast blattlosen, nur mit Scheiden umgebenen, knotiggegliederten und mit Quirlen von Aesten versehenen Axen. Ihre Blüthen sind Troddeln, welche aufrecht stehen, und die Fruchtstände den Coniferenzapfen sehr ähnlich.

Die Familie der Ulmen (Ulmaceae) begreift hauptsächlich die schönen Ulm- oder Rüsterbäume (Fig. 374), deren Blüthen zwitterig sind und in büschelförmigen Troddeln aus den Seitenknospen der Zweige entspringen. Jede Blüthe besitzt ein ganz unscheinbares Perigon mit fünf glockenförmig vereinigten Blättchen, und enthält eine Anzahl Staubfäden, und in der Mitte einen aus zwei Karpellen gebildeten und mit einem zweinarbigen Griffel versehenen Fruchtknoten. Aehnlich wie bei den Hiräen (Fig. 251, b) unter den Ahorngewächsen, bildet sich von den zusammengefügten Rändern der Karpelle aus ein Flügelsaum um die Frucht, und hier, wie dort, trennen sich die beiden Karpelle dieser Art von Flügelfrüchten bei

der Reife nicht, sondern sie werden erst bei der Keimung zerstört. Der Same, ein einziger in jeder Frucht, enthält nur einen Embryo, und dieser trägt ausgezeichnet deutlich blattartige Cotyledonen, welche jedoch, ähnlich wie bei den Walnüssen, zu beiden Seiten des Axenorgans geöhrt, d. h. niederwärts gezogen sind (Fig. 375). — Die Blätter der Ulme (Fig. 376) sind eigenthümlich schief, indem der Saum der Blattspreite an der einen Seite der Mittelrippe tiefer zum Stiele hinabgeht, als an der andern. Sie sind am Rande doppeltgesägt, d. h. mit sägezahnartigen Spitzen versehen, in deren jeder eine Seitenrippe endigt, und deren Rand selber mit kleineren ähnlichen Spitzen gezähnt ist. Die Blattflächen sind, wie dieses auch bei den Haseln und vielen andern Pflanzen der Fall ist, mit feinen steifen Haaren besetzt, welche man weniger mit dem Auge, als vielmehr mit dem Gefühl durch eine merkliche Rauhigkeit wahrnimmt.

Die Familie der Celtideen (Celtideae) unterscheidet sich von den Ulmaceen wesentlich nur dadurch, daß die Blüthen bei denselben diöcisch sind. Es gehört dahin der Zürgelbaum oder Nesselbaum (Celtis australis) in Tyrol und in Südeuropa.



Fig. 377. Eine Knospe der männlichen Blüthe der kleinen Brennnessel (Urtica urens), von oben gesehen; 10fach vergrößert.



Fig. 378. Ein Staubfaden aus derselben Blüthe in zusammengekrümmter Lage; 25fach vergrößert.



Fig. 375. Der Embryo einer Ulme (Ulmus campestris), wenig vergrößert. *

* r Axenorgan; c Cotyledon; oo die Oehrchen desselben.

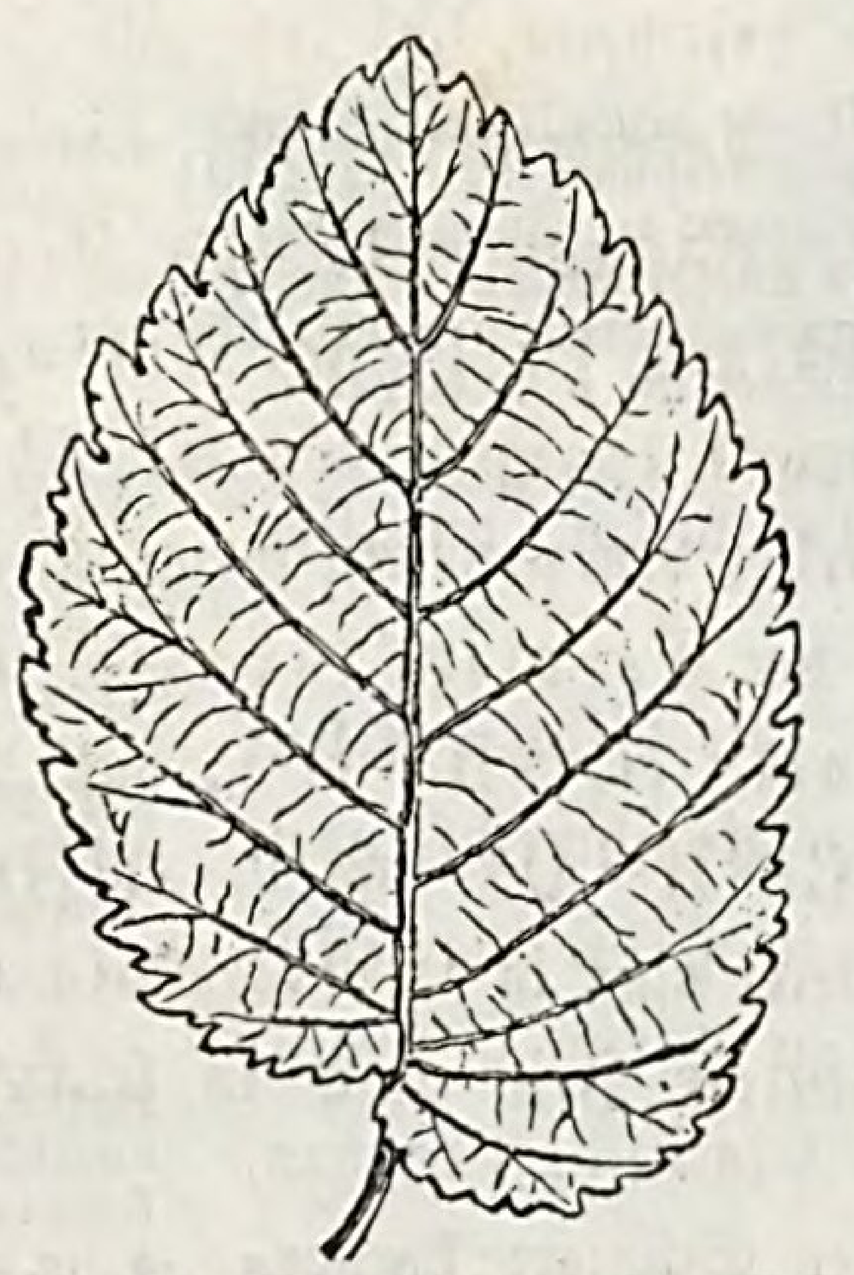


Fig. 376. Ein Blatt der langstieligen Ulme (Ulmus effusa).

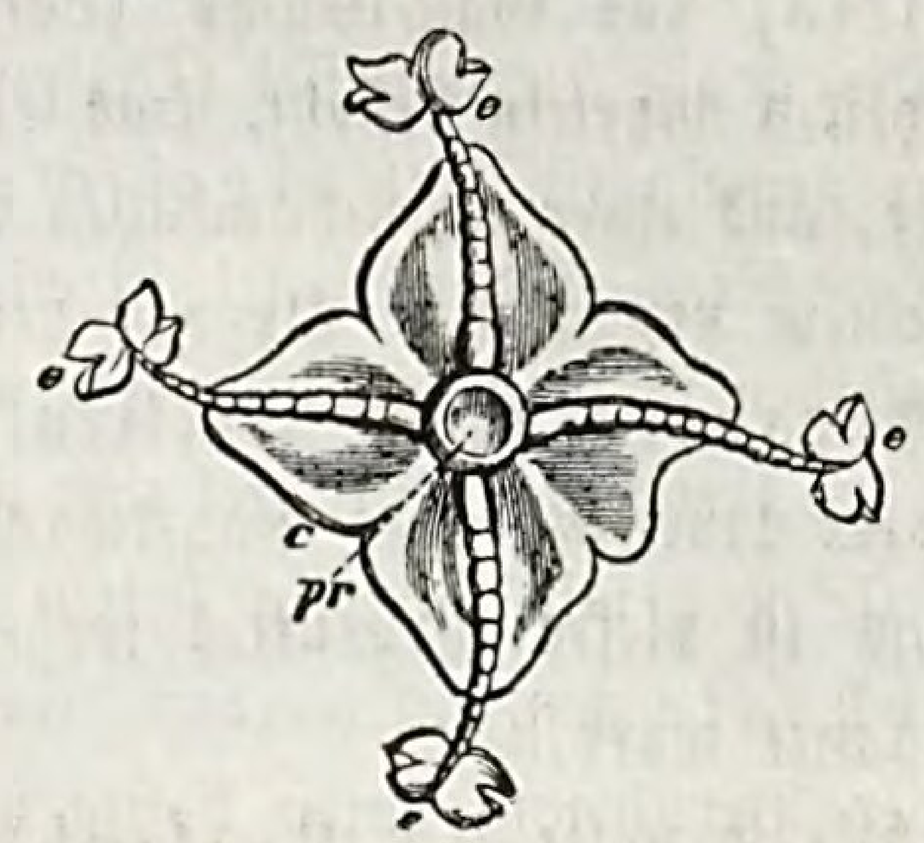


Fig. 379. Die männliche Blüthe, geöffnet; c Perigonblättchen; e Antheren mit geöffneten Fächern, bereits entleert; pr Endigung der Blüthenaxe.

Die Familie der Nesseln (Urticaceae) enthält meistens nur Kräuter. Die Blüthen der allbekannten Brennnesseln, welche in verzweigten, aus den Achseln der Blätter entspringenden Troddelchen und zwar an diesen gruppenweise beisammen stehen, sind diklinisch; die männlichen besitzen ein aus vier vereinigten Blättchen gebildetes Perigon von grüner Farbe. Innerhalb desselben befinden sich vier Staubfäden, welche in der Knospenlage (Fig. 377) niedergekrümmt liegen (Fig. 378), durch ihre Elasticität aber die Oeffnung der Blüthe bewirken und dann mit einem seitlichen Querrisse jedes Antherenfaches aufspringen (Fig. 379). In der Mitte der Blüthe befindet sich die verkümmerte, nicht von einem Fruchtknoten umgebene Endigung der Blüthenaxe. Die weiblichen Blüthen bestehen aus vier sehr ungleichen Perigonblättern, zweien kleinen, tiefer stehenden und daher in der Knospenlage äußeren, und zweien größeren höher stehenden und daher in der Knospenlage inneren (Fig. 380). Durch diese Stellung der Perigonblätter wird erst die Stellung der

Staubfäden in den männlichen Blüthen verständlich; die Staubfäden stehen scheinbar unmittelbar über den Blättern; wir dürfen aber vermuthen, daß dem einen Blätterpaare in der Anordnung an der Blüthenaxe wie bei der weiblichen Blüthe zunächst das andere Blätterpaar folge, sodann erst das Staubfädenpaar, welches dem ersten Blätterpaare in der Stellung entspricht, endlich das andere Staubfädenpaar, in der Stellung dem zweiten Blätterpaare entsprechend. Innerhalb der weiblichen Blüthe steht ein aus zwei Karpellen gebildeter Fruchtknoten mit sitzender, d. h. griffelloser Narbe (Fig. 381); derselbe enthält eine gerade aufsteigende Samenknospe, innerhalb deren sich ein Embryo mit blattartigen Cotyledonen und einem verhältnißmäßig langen Axenorgane bildet. Neben dem Embryo entwickelt sich hier auch ein Endosperm (Fig. 382).

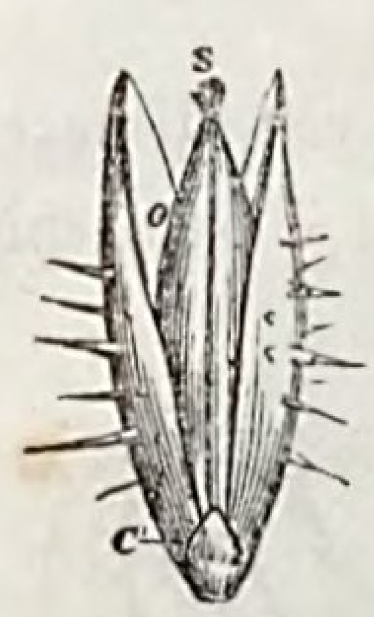


Fig. 380. Eine weibliche Blüthe der kleinen Brennnessel; *c* Perigonblätter, deren zwei sehr klein sind; *c* Fruchtknoten; *s* sitzende Narbe.

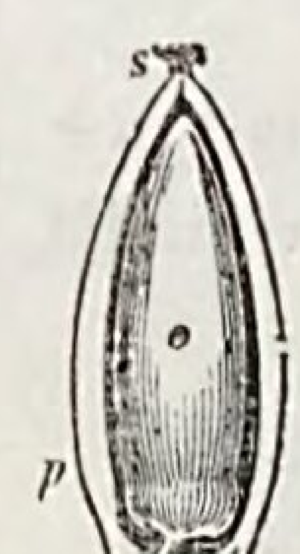


Fig. 381. Der Fruchtknoten der weiblichen Blüthe für sich, senkrecht durchschnitten; *p* Karpellwandung; *s* sitzende Narbe; *o* aufrechte Samenknospe.

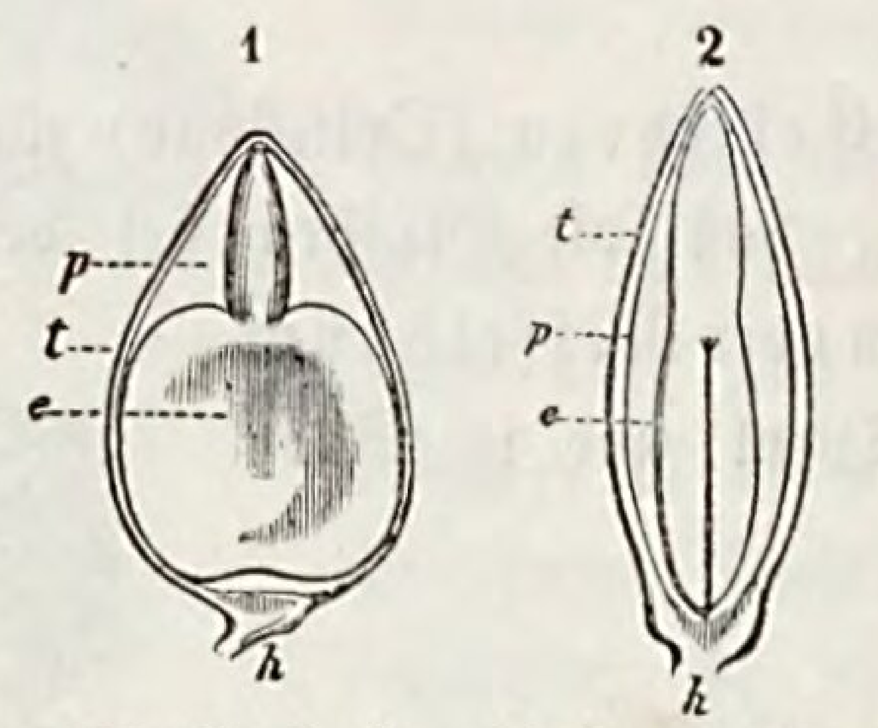


Fig. 382. Senkrecht geschnittenes Samenkorn der kleinen Brennnessel, 1 parallel und 2 senkrecht gegen die Cotyledonen. — *t* Samendecke; *h* Knospengrund; *e* Embryo, dessen Axenorgan nach oben, gegen die Mikropyle, gerichtet ist; *p* Endosperm.

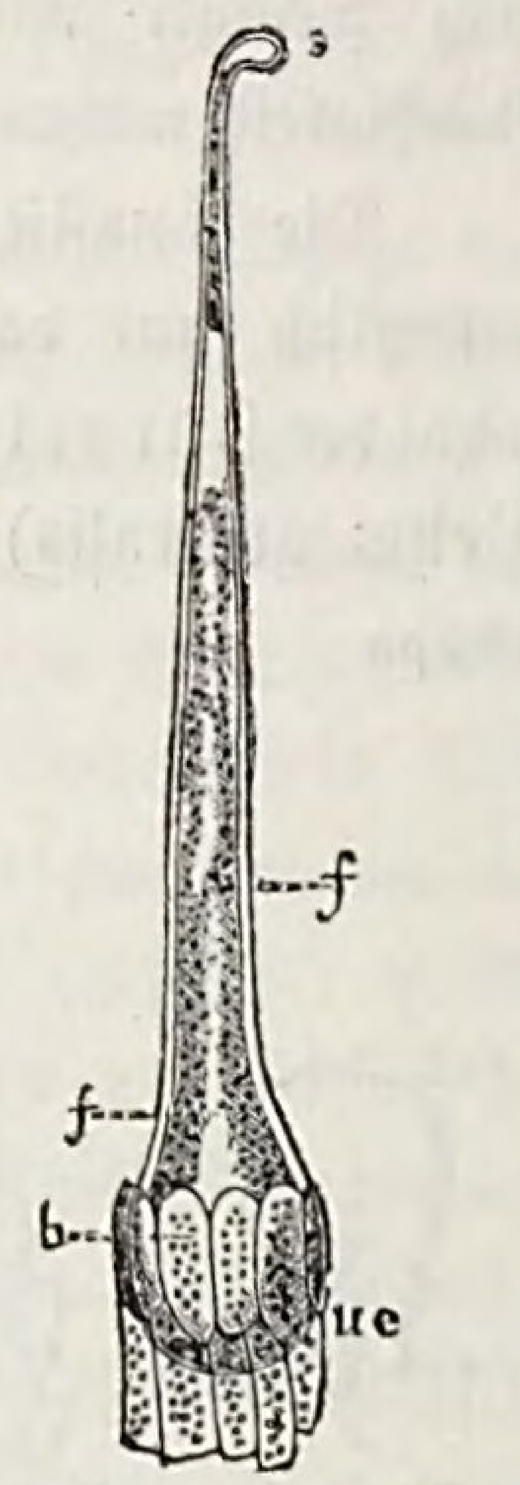


Fig. 383. Ein Brennhaar von der großen Brennnessel (Urtica dioica), sehr vergrößert. *

* *f* Das Haar, eine kegelförmige Zelle; *s* die angeschwollene und gekrümmte Spitze desselben; *b* die untere zwiebelartige Anschwellung; *ue* die Drüsenzellen, welche die letztere umgeben.

Die große Brennnessel (Urtica dioica), welche an allen Zäunen gemein ist, hat diöcische Blüthen.

Der Stengel der Nessel ist vierkantig, die Blätter stehen an demselben je zwei einander gegenüber und die abwechselnden Paare sich kreuzend. Stengel und Blätter, ja selbst die Blüthentheile sind mit stachelig steifen Härchen besetzt, welche Brennhaare genannt werden, weil sie die Eigenschaft besitzen, bei jeder Berührung einen heftig brennenden Schmerz hervorzurufen. Ein jedes solches Haar besteht aus einer einzigen, sehr langgestreckten Zelle, welche mit ihrem unteren angeschwollenen Theile in das Zellgewebe der Oberhaut eingesenkt ist, während das frei hervorragende Ende bald pfriemförmig zugespitzt, bald ein wenig angeschwollen und umgekrümmt, bald widerhakenartig zurückgebogen ist. Immer ist letztere sehr fein, so daß sie außerordentlich leicht in die Haut eindringt, wenn man senkrecht gegen dieselbe fährt. Der untere Theil des Haares (Fig. 383) ist von Zellen umgeben, welche Drüsen genannt werden können, indem sie die Eigenschaft haben, eine eigenthümliche Flüssigkeit auszusondern, deren Natur noch nicht genauer bekannt ist, welche indessen sehr giftige Wirkungen hervorbringt. Diese Flüssigkeit sammelt sich in dem Brennhaare und spritzt bei der Berührung, durch die hiemit nothwendig verbundene Niederdrückung des Haares selbst hervorgepreßt, oder aus der abbrechenden Spitze ausfließend, in die Haut. Die Menge dieser Einspritzung ist außerordentlich gering, die Wirkung im Vergleiche zu derselben furchtbar; indessen sind die bei uns einheimischen Nesseln in dieser Beziehung wenig zu vergleichen mit der in Timor

einheimischen Dakun-Setan oder Teufelsnessel (U. urentissima), deren Wirkungen den quälendsten Schmerz und jahrelange Krankheit hervorrufen.

Die Wandkräuter (Parietaria) sind den Nesseln höchst ähnlich, brennen jedoch nicht; ihre Blüthen sind auf einer Pflanze theils zwitterig, theils diklinisch, weßhalb man diese Pflanzen polygamisch, d. h. auf vielfach verschiedene Weise verbunden, nennt. Die Staubfäden schnellen auch hier elastisch aus der Knospenlage empor, wodurch zugleich die Ausschüttung des Pollenstaubes sehr befördert wird. Man bemerkt diese Ausstäubung nicht selten plötzlich, wenn man die Pflanze anrührt. Die Frucht gleicht ganz derjenigen der Nesseln, nur ist der Griffel länger (Fig. 384).

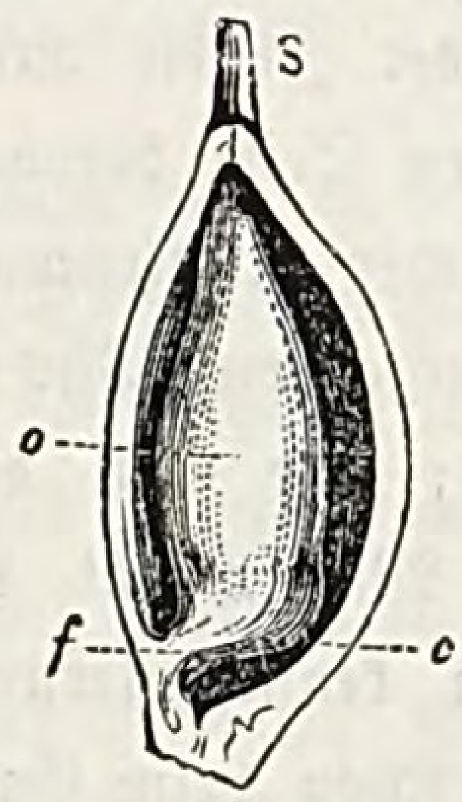


Fig. 384. Der Fruchtknoten des gemeinen Wandkrautes (Parietaria officinalis), senkrecht durchschnitten; vergrößert. *

* f Nabelstrang; c Knospengrund; s Griffel; o Samenknospe, gerade aufsteigend.



Fig. 385. Der Hanf (Cannabis sativa).

Sehr nahe mit den Nesseln verwandt ist auch der Hanf (Fig. 385), dessen Blätter handförmig getheilt und dessen Fortpflanzungsorgane stets diöcisch sind. Man unterscheidet danach den männlichen Staubhanf oder Sommerhanf von dem weiblichen Samenhanf. Ersterer wird $1/2$ bis 1 Fuß höher, als letzterer, ein Umstand, welcher für die Befruchtung sehr wichtig sein muß. Der Samen enthält einen sehr ölreichen Embryo. Auch der Hopfen (Humulus lupulus) gehört hieher. Derselbe ist monöcisch, aber nie zwitterblüthig. Seine männlichen Blüthen stehen in Rispen und sind mit einem fünfblätterigen Perigone versehen; die weiblichen Blüthenstände dagegen sind sehr ausgezeichnete Troddeln, welche letztere wiederum auf rispenartig verzweigten Hauptblüthenaxen stehen. Diese bekannten Hopfentroddeln tragen in den Achseln ihrer hautartigen Deckblätter mehrere Fruchtknoten, jeden mit einem besondern Deckblättchen versehen; an ihnen sondert sich in sehr kleinen hervorragenden Zellen eine weißlich gelbe Substanz aus von angenehm bitterem Geschmacke, das sogenannte Hopfenbitter oder Lupulin, dessen chemisches Verhalten noch wenig gekannt ist, eine so wichtige Rolle dasselbe auch im täglichen Leben spielt, da es eben diese Substanz ist, um derentwillen der Hopfen zur Bierbereitung verwandt wird. Die Zellen, in denen das Lupulin sich befindet, sind Drüsenzellen, welche auf allen Blättern vorkommen, an den Blüthentheilen aber vorzugsweise

häufig sind. Uebrigens ist auch das Lupulin betäubend berauschend, ähnlich wie der Extrakt der Gagelblätter und des Hanfes. Aus den Blättern dieser letzteren Pflanze werden im Morgenlande taumelerregende Getränke, Haschisch und Molak, bereitet. — Die Stengel der Hopfenpflanze sind krautig und im Verhältniß zu ihrem Durchmesser sehr lang, indem die einzelnen Internodien zwischen den Ursprungspunkten der Blätter sich beträchtlich strecken. Die Pflanze kann sich daher für sich nicht aufrecht halten und wächst an anderen Pflanzen empor, wobei sie sich um dieselben schlingt und mit ihren rauhen Stachelhaaren festhält. Der Hopfen ist somit eine Schlingpflanze. Es ist noch völlig unbekannt, woher es rührt, daß der Stengel die eigenthümlichen Windungen macht, welche wir bei den Schlingpflanzen beobachten; es scheint eine raschere Vermehrung der Zellen auf der einen Seite des Stengels die Krümmung desselben nach der andern Seite hervorzubringen, und zwar ist es regelmäßig eine bestimmte Seite, von welcher die Krümmung ausgeht. Der Hopfen ist stets so gewunden, daß die aufsteigenden Windungen von der linken zur rechten Hand des Beschauers herumgehen; hat man die Pflanze südwärts vor sich, so folgen sie dem Laufe der Sonne. Man nennt diese Windungen rechtsgewunden. Wir werden andere Pflanzen kennen lernen, welche stets linksgewunden sind. Eine solche Krümmung zeigt sich schon beim Embryo; der des Hopfens liegt im Samen vollkommen schneckenförmig eingerollt.

Dicotyledonische Pflanzen finden sich im Meere durchaus gar nicht; dagegen wachsen manche derselben in Flüssen und Seen und einige völlig untergetaucht. Die Familie der Hornblattpflanzen (Ceratophylleae) und die der Wassersternfaden (Callitrichineae) enthalten nur solche untergetaucht wachsende, dabei stets krautartige Gewächse, und diese, besonders erstere, sind durch manche Verhältnisse, zumal auch durch die Blüthenstände, mit den Nesseln nahe verwandt, so wenig sie in der Tracht denselben gleichen. Sie bilden mit langen, fadenförmigen Stengeln fluthende Rasen auf dem Grunde unserer Gewässer. Diese Pflanzen zeichnen sich aus durch die Beschaffenheit ihrer Pollenzellen, welche nämlich vom Wasser durchaus nicht angegriffen werden und daher auf der Narbe, deren Aussonderungsfeuchtigkeit allein im Stande ist, ihre zarte Firnißdecke zu erweichen, ganz ungestört regelmäßige Pollenschläuche treiben können, obgleich die Blüthentroddeln sich ganz unter dem Wasser befinden.

Die Familie der Artokarpeen (Artocarpeae) umfaßt die Maulbeerbäume, die Brodbäume und Feigenbäume. Die Maulbeerbäume sind monöcisch; die männlichen Troddelchen sind den weiblichen ziemlich ähnlich. An letzteren wächst die vierblätterige Perigonhülle um einen jeden der zweifächerigen und mit zweien Narben versehenen Fruchtknoten zu einer fleischigen Kugel zusammen, und alle diese fleischigen Kugeln eines Troddelchens verwachsen mit einander zu einem Fruchtstande, welcher einer Himbeere in der Form ähnlich, übrigens aber ganz der Ananasfrucht (Seite 858) zu vergleichen ist (Fig. 386). Der schwarze, besonders aber der weiße Maulbeerbaum ist die Bedingung der Seidenzucht, da nur von den Blättern dieser Pflanze die Seidenraupe (Bombyx mori) lebt und nur die auf der letzteren Art gezogenen Raupen eine schöne Seide liefern. Die männlichen Blüthen der Brodbäume (Fig. 387) stehen in sehr großen, keulenförmigen Troddeln, die weiblichen dagegen in kugeligen; letztere bilden kolossale Maulbeerfrüchte, nämlich

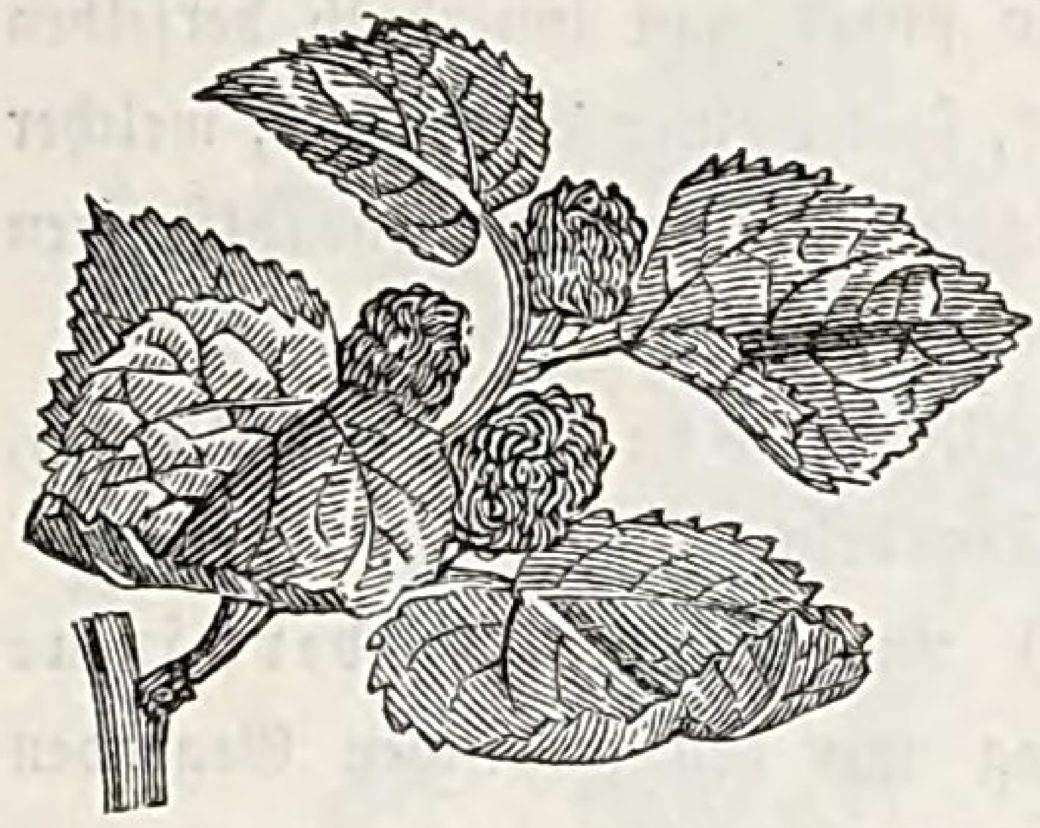


Fig. 386. Ein Zweig des schwarzen Maulbeerbaumes (Morus nigra) mit Fruchttroddeln.

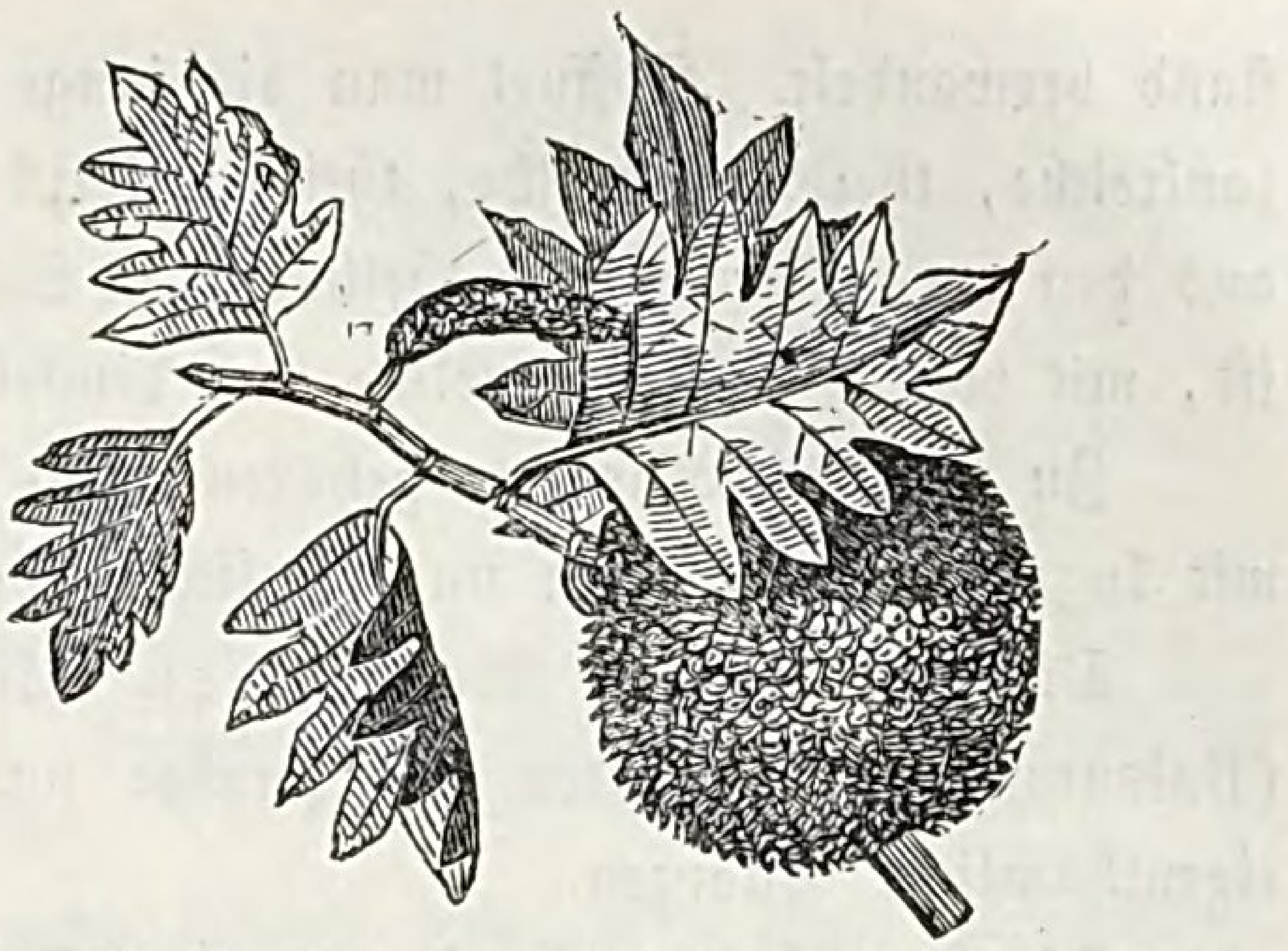


Fig. 387. Ein Zweig des gemeinen Brodbaumes (Artocarpus incisa) mit einer männlichen Troddel und einer Brotfruchttroddel.

Beerentroddeln von zwanzig bis dreißig Pfunden an Gewicht, welche mehrere Hunderte von Samenfrüchten enthalten, viermal so groß als eine Mandel, und jeden von einer saftreichen Fleischmasse des beerenartig verwachsenen Perigons umgeben. Die Axe des Blüthenstandes ist ebenfalls fleischig angeschwollen und mit den Axen der einzelnen Blüthen zu einer gemeinsamen Masse verwachsen. Man kennt mehrere Arten dieser Bäume, welche für die Südseeinseln ihrer herrlichen Früchte wegen von höchster Wichtigkeit, jetzt aber auch in ganz Ost- und Westindien durch Pflanzungen verbreitet sind. Auch hier schlagen oft die eigentlichen Samen gänzlich fehl, so daß sich bloß die genießbare Fleischmasse, diese aber um so ausgezeichneter, ausbildet.



Fig. 388. Ein Zweig des gemeinen Feigenbaumes (Ficus carica) mit Blüthen und Fruchttroddeln.

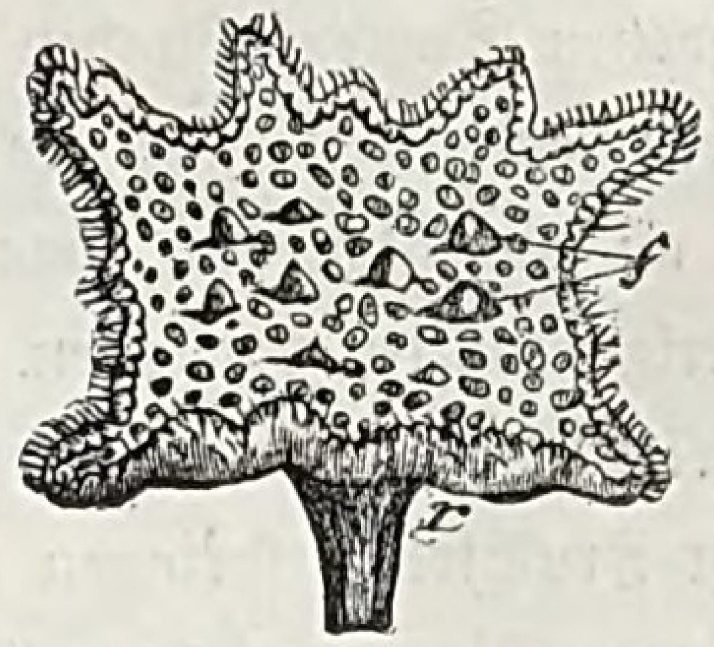


Fig. 389. Schildförmig troddeliger Blüthenstand der Bezoardorstenia (Dorstenia contrayerva). *

* f Blüthen; r schildförmig verwachsene Blüthenstiele.

Höchst eigenthümlich ist der Blüthen- und Fruchtstand bei den Feigenbäumen (Fig. 388). Bei der Dorstenia (Fig. 389) nämlich stehen die Blüthen, und zwar sehr viele männliche und weibliche durch einander, auf gänzlich mit einander verwachsenen Axen, von denen die endständige die kürzeste ist, während die tiefer entspringenden verhältnißmäßig länger sind, so daß alle Blüthen mit einander in gleicher Höhe stehen. Die verwachsenen Blüthenaxen bilden zusammen einen schildförmigen Kuchen. Bei den eigentlichen Feigenbäumen dagegen sind die tiefer entspringenden Blüthenaxen so viel länger, daß sie ihre Blüthen höher hinauftragen, als die höher entspringenden. Der Blüthenkuchen wird hiedurch nicht bloß schildförmig, sondern tief becherförmig, ja sogar hohlkugelig. Was man beim Feigenbaum gewöhnlich für eine Frucht hält, ist anfangs dieser hohltroddelförmige Blüthenstand (Fig. 390), der sich später in den Frucht-

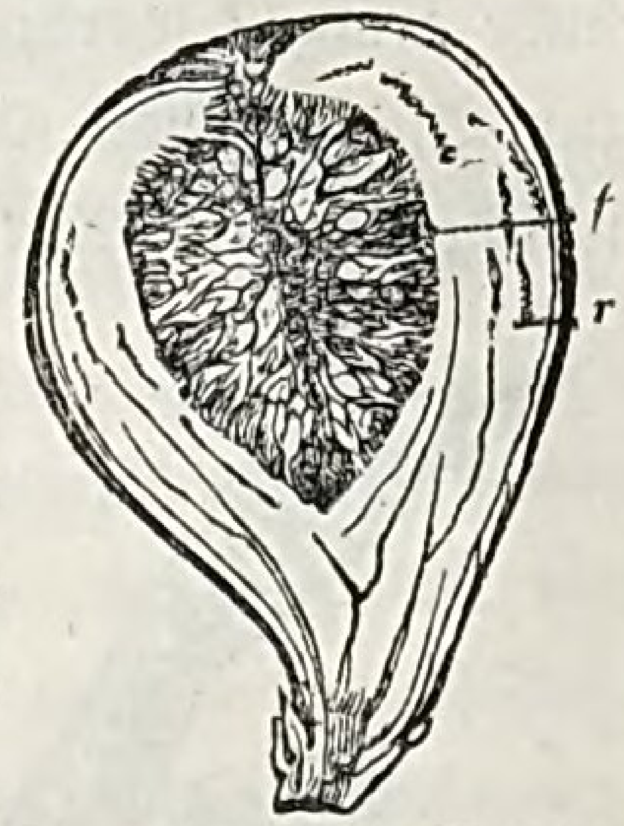


Fig. 390. Birnförmiger hohltroddeliger Blüthenstand des gemeinen Feigenbaumes, senkrecht durchschnitten. *

* f Blüthen; r verwachsene Blüthenstiele.

stand verwandelt. Oeffnet man die junge Feige, so findet man innerhalb derselben zahlreiche, theils männliche, theils weibliche Blüthen, später einen Fruchtbrei, welcher aus den verwachsenen und theilweise in Saft aufgelösten Perigonblättchen entstanden ist, mit vielen Samen, welche von demselben umgeben sind.

Zu den Artokarpeen gehören auch die eigentlichen Platanen (Platanus), mit kugeligen männlichen und ähnlichen weiblichen Troddeln.

Die Familie der Monimieen (Monimieae) und die der Amberbäume (Balsamifluae) enthalten nur wenige und durchweg nur den tropischen Gegenden eigenthümliche Pflanzen.

Die Familie der Weiden oder Salicineen (Salicineae) umfaßt die sehr zahlreichen Gattungen des Weiden- und Pappelgeschlechtes. Alle diese Pflanzen sind mit Kätzchen, d. h. mit troddelförmigen Blüthenständen versehen (Fig. 391) und dabei stets diöcisch. Die Blüthenstandaxe ist bei beiden Geschlechtern mit sehr zahlreichen Deckblättchen besetzt, welche als sehr kleine, meistens mit langen Seidenhaaren besetzte Schüppchen erscheinen und an ihrem Grunde in Form einer Anschwellung eine Honigdrüse besitzen. In den Achseln dieser Deckschüppchen stehen auf unbemerkbar kurzen Axen, bei den Pappeln innerhalb eines besonderen, zu einem Näpfchen verwachsenen Perigons, zwei bis zwanzig Staubfäden oder Fruchtknoten. Letztere sind aus zweien Karpellen gebildet, mit deren Mittellinie je ein achselständiger Samenträger verwachsen ist, so daß die, in ziemlich großer Anzahl vorhandenen Samenknöspchen wandständig erscheinen. Um den Grund der Samenknöspchen entwickelt sich ein Kreis von sehr langen, seidenartig feinen Haarzellen, welche an die ähnlichen Haare erinnern, die bei den Wollgräsern und Typhaceen die Perigonblätter darstellen. Man dürfte dieselben auch hier als eine nachträglich entwickelte Hülle von Blattorganen um den Grund des Samenknöspchens ansehen. Bei der Fruchtreife springen die aus den Karpellen gebildeten Fruchtkapseln auf und die Samen fliegen, indem der Wind die sich auseinander sträubenden Haarbüschel ergreift, als Wollenflöckchen heraus. Man findet den Boden unter den Weiden und Pappeln um diese Zeit oft ganz mit Wolle bedeckt, und hie und da sind Versuche gemacht worden, diese Fäden als „Baumwolle" zu verarbeiten. — Die Neigung zur Bildung von Haaren zeigten uns schon die Deckschuppen der Blüthentroddeln, welche vor der Ausbildung der Fruchtknoten und Staubfäden mit Seidenbehaarung


a c b

Fig. 391. Zweige der Korbweide (Salix viminalis).*

* a und b mit Blüthentroddeln, welche vor der Entwicklung der Blätter erscheinen; c mit Blättern, an deren Grunde sich Nebenblätter befinden.



Fig. 392. Zweige der Silberweide (Salix alba) mit Blüthentrodbeln von der männlichen und von der weiblichen Pflanze, und mit Blättern.



Fig. 393.
Zweige der Silberpappel (Populus canescens) mit Blüthentroddeln vom männlichen und vom weiblichen Baume, und mit Laub.

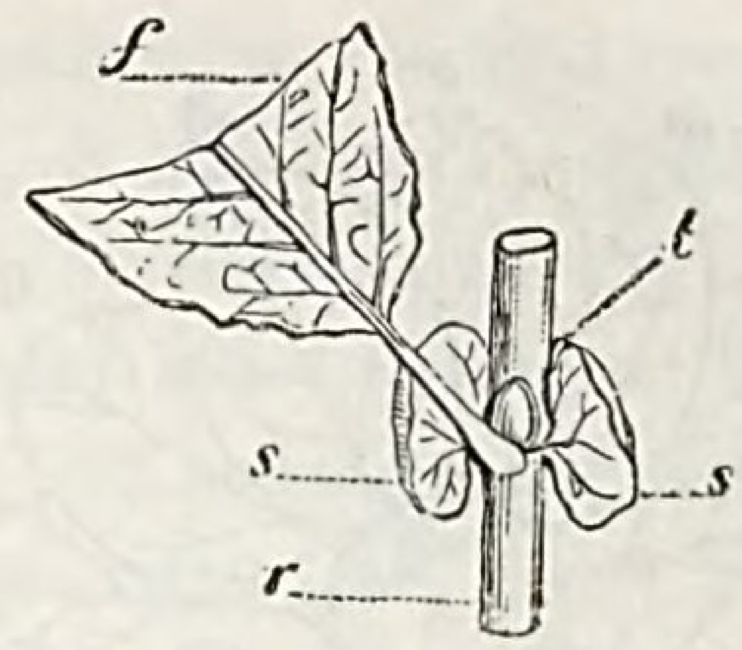


Fig. 394. Ein Stück von einem Zweige r der Ohrweide (Salix aurita), mit einem Blatte f, an dessen Grunde zwei Nebenblätter ss stehen, und in dessen Achsel eine Knospe t entspringt.

ganz bedeckt und einem Katzenschwänzchen (daher „Kätzchen") ähnlich sind. Aber auch die Laubblätter zeigen eine ähnliche Behaarung mehr oder weniger deutlich; selbst an den Knospenschuppen ist dieselbe schon sehr ausgezeichnet. Die Unterseite der Blattorgane ist allemal stärker behaart, als die obere; ein sehr dichter Filz farbloser Härchen bewirkt die schöne weiße Färbung der Unterseite bei den Silberweiden (Fig. 392) und Silberpappeln (Fig. 393). Nicht selten bilden sich die Haare nur an den sehr jungen Blättern und scheinen, da sie später durch die Ausdehnung der Blattfläche auseinander gerückt werden und vereinzelter stehen, verloren zu gehen. Mitunter fallen sie auch wirklich ab. — Die Blätter einiger Weiden besitzen am Grunde ihres Blattstieles sehr ausgezeichnete Nebenblätter (Fig. 394). Da in diesem Falle meistens die Gefäßbündel, welche mehrere neben einander in jeden Blattstiel eintreten und sich auch in die Nebenblättchen abzweigen, deutlicher von einander getrennt sind, als gewöhnlich, so kann es auch nicht auffallen, wenn wir hier außer der einen Achselknospe, welche dem über dem hauptsächlichsten und mittelsten Gefäßbündel befindlichen Markstrahle entspricht, auch noch zwei zu beiden Seiten derselben stehende und den seitlichen Gefäßbündeln und Markstrahlen entsprechende Nebenknospen bemerken. Der Blattstiel der Zitterpappeln oder Espen ist ziemlich lang und dabei so schmal, daß er nach oben und nach unten eine fast scharfe Kante bildet, und daher rührt die außerordentliche Beweglichkeit dieser Blätter, in Folge deren das Espenlaub sprüchwörtlich geworden ist.

Die Knospen, besonders der Pappeln, sondern ein Gemenge von Wachs und Harz aus, welches den Bienen das sogenannte Bienenbrod liefert. Die Honigaussonderungen der Nektarien müssen bei diöcischen Pflanzen, wie diese sind, jedenfalls die Befruchtung in hohem Grade vermitteln, indem die von Baum zu Baume honigsuchenden Insekten gezwungen sind, bei ihrer Arbeit bald die Antheren der männlichen Bäume, bald die Narben der weiblichen zu berühren und so den Pollen, welcher oft ihre rauhbehaarten Beine ganz bedeckt, an den Ort seiner Bestimmung überzutragen.

Bei den Weiden bemerkt man mitunter eine seltsame Mißbildung oder vielmehr Entwicklungshemmung der Zweige, nämlich eine Entwicklung einer großen Zahl von Blättern, welche an einem mehr oder minder langen Zweige stehen könnten, jedoch, da die Axe zwischen ihren Ansatzpunkten sich gar nicht oder sehr wenig verlängert, alle fast auf gleicher Höhe in zahlreichen Quirlen oder doch wenig ansteigenden Spiralen zusammengedrängt stehen (Fig. 395). Man nennt eine solche Bildung

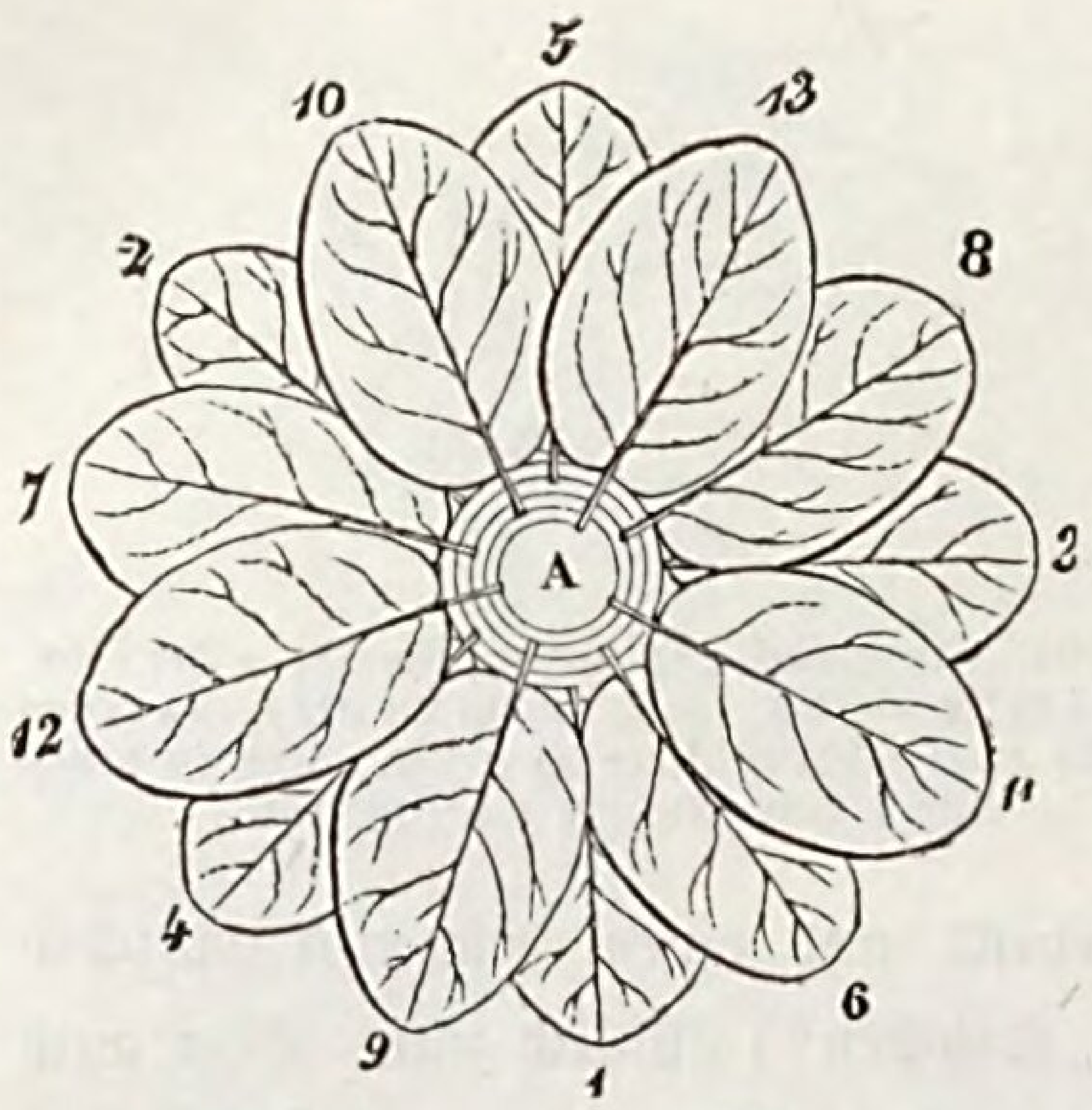


Fig 395. Schema zur Versinnlichung der Rosettenbildung. A Axe, um welche eine Spirallinie fünffach gewunden ist; auf jeder Windung stehen drei Blätter, jedes von dem folgenden um ⅓ des Umfanges entfernt.

eine Rosette oder, wenn die Axe etwas verlängert ist, Zapfenrosette. Derartige Erscheinungen sind geeignet, die Natur der Blumen in ein vollkommen klares Licht zu stellen.

Die Familie der Chloranthee n (Chlorantheae), die der Saurureen (Saurureae) und die der Pfefferpflanzen (Piperaceae) schließen sich nach der Form des Blüthenstandes auch noch ziemlich nahe an die übrigen Troddelträger, wenn gleich sie größtentheils zwitterige Blüthen, ein bedeutend entwickeltes Endosperm und einen höchst eigenthümlich gebildeten, nämlich nur mit einem deutlichen Cotyledon versehenen, Embryo besitzen. Die gemeine Pfefferrebe (Piper nigrum) des südöstlichen Asiens, ein Gewächs, welches, wie der Hopfen, eine Schlingpflanze und auch als Embryo schon gewunden ist, trägt an einer fleischigen Blüthenstandsaxe sehr zahlreiche, fast ganz ungestielte Blüthen, deren jede aus einem kugeligen Fruchtknoten besteht, umgeben von zweien oder dreien sehr kurzen Staubfäden, und mit drei Narben versehen, jedoch ohne Spur eines Perigons oder eines Deckblättchens. Aus diesen Fruchtknoten entstehen unsere Pfefferkörner, schwärzliche, wenig fleischige Beeren, welche den mit hohlem Endosperm und einem sehr kleinen, in dieses eingebetteten Embryo erfüllten Samen eng umschließen. Die Pflanze wächst in höchst eigenthümlicher Weise. Es endigt nämlich die Axe derselben, sobald sie anfängt Blüthen zu tragen, in einem endständigen Troddelchen; aber in der Achsel des Blattes, welches zunächst unterhalb des Blüthentroddels steht, entspringt eine Zweigaxe, welche jedoch die Troddelaxe ganz auf die Seite drängt und selber die gerade, aber durch eine ringförmige Gliederung bezeichnete Fortsetzung der Hauptaxe bildet, so daß die Troddelaxe nun als ein dem Blatte gegenüberstehender Zweig erscheint. Die sekundäre Axe bildet sogleich eine neue Blüthentroddel, unter welcher auf der entgegengesetzten Seite ein Blatt steht, und eine in der Achsel dieses Blattes entspringende Axe dritten Grades drängt hier wiederum die Troddelaxe zur Seite und erscheint selbst als Hauptaxe. So wächst die Pfefferrebe fort, und ihre verschiedenen Axenglieder zwischen je zwei Blättern sind also Axen ersten, zweiten, dritten, vierten Grades u. s. w. An der Spitze sieht man stets die endständige Blüthentroddel früher, als die später die Axe gerade fortsetzende Achselknospe, was nicht der Fall sein würde, wenn die Troddelaxe als ein Zweig zu betrachten wäre. — Es gibt eine große Zahl verschiedener, zum Theil noch sehr wenig bekannter Pfeffergattungen; jedoch wird der Name sehr vielen Gewürzfrüchten gegeben, welche mit dem eigentlichen Pfeffer nichts gemein haben, als die beißende Schärfe. Diese rührt von einem schwefelhaltigen ätherischen Oele her.

Die Mehrzahl der Troddelträger ist für den Haushalt der Menschen von erheblichem Nutzen. Vieler wichtiger Produkte, welche dieselben in ihren Früchten und mehreren andern Organen darbieten, ist schon gedacht worden. Eines der wichtigsten Produkte ist das Holz, welches von den meisten Cupuliferen, sowie

von den Juglandeen und mehreren andern in ausgezeichnetster Qualität dargeboten wird. Bei diesen Bäumen ist das Mark sehr gering, so daß man dasselbe in einem älteren und dicken Stamme kaum bemerkt; bei der Eiche ist es fünfeckig, bei der Birke dreieckig — eine Form, deren Verschiedenartigkeit abhängig ist von der Zahl der Gefäßbündel, welche dasselbe zunächst umschließen, und somit von der Anordnung der Blätter an der Axe. Bei den Juglandeen vertrocknet das Mark früh und schwindet großentheils völlig, so daß Stamm und Zweige innen stets eine feine Hohlröhre mit unregelmäßigen scheidewandartigen Ausfüllungen besitzen. — Die Markstrahlen sind im Holze dieser Pflanzen nur von sehr geringer Ausdehnung, so daß die Faserbündel sich sehr vielfach mit einander verbinden; man bemerkt erstere auf einer Spaltung des Buchenholzes und vieler anderen Hölzer als kurze Bandstreifchen von eigenthümlichem Schimmer, weßhalb sie von den Holzarbeitern auch Spiegelfasern genannt zu werden pflegen. Je nachdem in den Faserbündeln des Holzes feine und gleichartige Gefäße, oder aber geräumigere, enthalten sind, hat das Holz ein gleichmäßigeres Gefüge oder erscheint stellenweise auf dem Querschnitte porös. Ersteres ist in ausgezeichnetem Grade bei den Hain- oder Hagebuchen (ebenso wie bei den Ahornen, Linden u. s. w.) der Fall; dagegen auf dem Querschnitte einer Eiche (Fig. 396) oder Ulme oder eines Nußbaumes bemerkt man an dem inneren Theile jedes Jahresringes einen Gürtel von kleinen Löchern, den Oeffnungen eben so vieler großer Tüpfelgefäße, während der übrige Theil des Jahresringes aus Faserzellen besteht, deren innere Höhlung dem Auge nicht wahrnehmbar ist, da sie theils an und für sich sehr eng, theils aber durch die Verdickungsschichten von Cellulose fast ganz ausgefüllt sind. Die äußersten Faserzellen jedes Jahresringes pflegen sehr fest, besonders langgestreckt und dunkler gefärbt zu sein, als die übrigen, was vermuthlich daher rührt, daß in ihnen sich Substanzen ablagern, welche erst zu einer Zeit gebildet wurden, als die älteren inneren Theile des Jahresringes denselben schon nicht mehr zugänglich waren. Solche Substanzen durchdringen mehr oder minder alle Verdickungsschichten, welche sich innerhalb der Holzfasern ablagern, und da jede Pflanzengattung ihre eigenthümlichen Substanzen bereitet, so wird durch diese Beimengungen, abgesehen von der verschiedenen Dichtigkeit, die Substanz der Hölzer so verschieden. Die Cellulose enthält gerade die Elemente des Wassers und daneben Kohlenstoff. Beständen alle Hölzer nur aus dieser Substanz, so würde, bei gleicher Trockenheit, ein gleiches Gewicht von den verschiedensten Hölzern die gleiche Wärmemenge bei der Verbrennung erzeugen müssen. Allein die aus dem eingetrockneten Zellensafte zurückgebliebenen Substanzen kommen erheblich mit in Betracht, und da in ihnen das Verhältniß der verschiedenen Elementarstoffe ein sehr verschiedenes sein kann, so leitet sich daraus leicht die so verschiedene „Heizkraft" der Hölzer ab. Bei anderen Verwendungen des Holzes sind andere Eigenschaften von Wichtigkeit. Die Härte beruht in einer sehr vollkommenen Ausfüllung der Holzfasern, welche mit einem geringen Jahresansatze, somit mit langsamer Zunahme

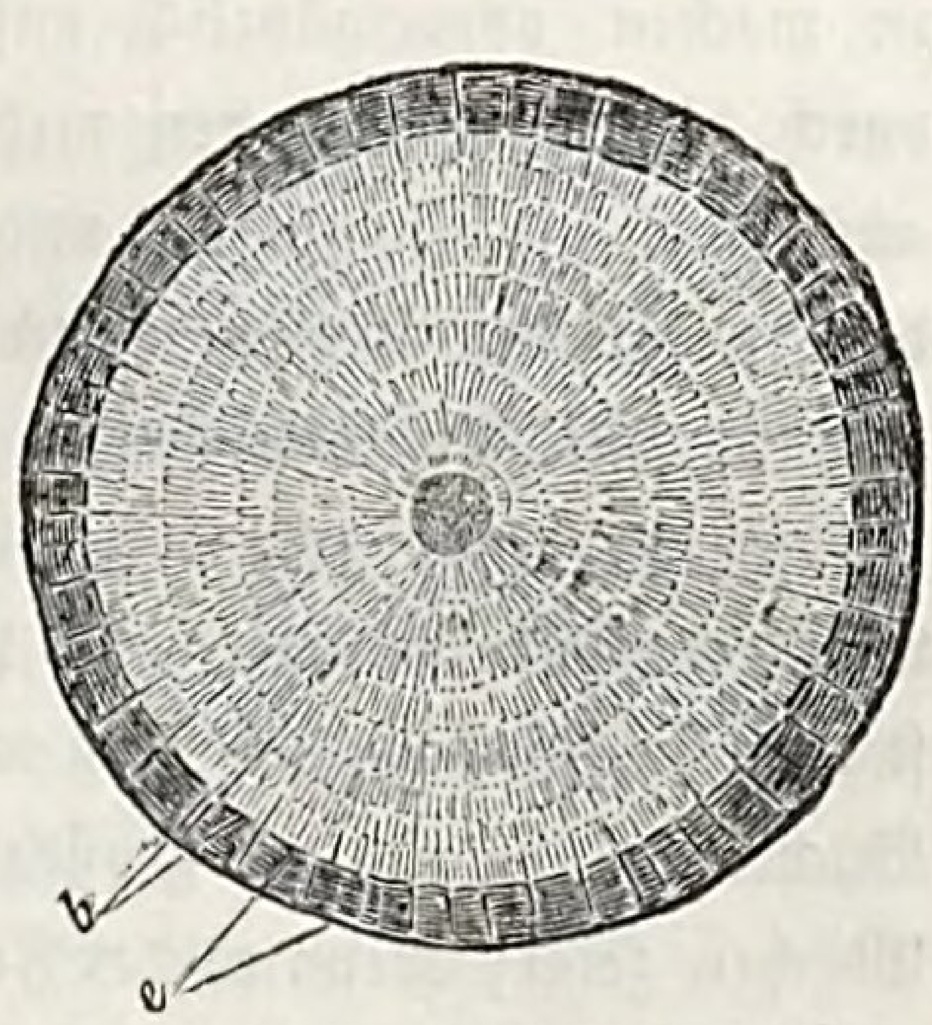


Fig. 396. Horizontalschnitt durch einen achtjährigen Eichenstamm. *

* b Holz, acht Jahresringe bildend; c Rinde, eben so viele Jahresringe darstellend.

der Dicke und im Allgemeinen mit langsamem Wachsthume verbunden zu sein pflegt, und welche sich meistens durch eine dunklere Färbung des Holzes verräth. Bei solchen Hölzern sticht das neu gebildete Holz, der Splint, oft sehr auffallend von dem Kernholze durch hellere Färbung ab, wie bei der Ulme, und es ist solches ein Zeichen harter Hölzer. Dagegen bei Weiden und Pappeln, deren Holz im Allgemeinen nie eigentlich kernig wird, sondern stets weich bleibt, ist oft nicht der mindeste Unterschied zwischen älteren und neueren Holzringen zu bemerken. Die helle, weiße Farbe des Holzes ist meistens ein Merkmal weicher Hölzer. So dicht auch ein Holz erscheinen mag, so enthalten seine Gefäße und Fasern doch stets zarte, mit Luft gefüllte Räume. Es beweist sich dieses im Allgemeinen dadurch, daß Holz im Wasser schwimmt, denn die Cellulose des Holzes ist schwerer als das Wasser, und jedes Holz sinkt daher zu Boden, sobald es ganz vom Wasser durchdrungen und die Luft aus demselben völlig vertrieben ist, was zwar nur durch längere Einwirkung unter starkem Drucke möglich ist, bei Trümmern versunkener Schiffe indessen mitunter beobachtet werden kann. Jedoch schon ein gewisser Grad von Dichtigkeit, wie ihn z. B. das Eichenholz besitzt, in dessen größere Poren das Wasser leicht eindringt, genügt, um die Schwimmfähigkeit des Holzes sehr gering zu machen oder gänzlich aufzuheben. — Die Zähigkeit des Holzes wird bedingt durch die Länge und den mehr oder minder innigen Zusammenhang, besonders aber auch durch die Biegsamkeit und Geschmeidigkeit der Fasern. Durch diese Eigenschaft sind die Zweige der Weiden und Haseln zu den mannigfaltigsten Flechtwerken tauglich. Die Tauglichkeit des Holzes zu Bauwerken hangt, von den übrigen Eigenschaften abgesehen, auch von der Beständigkeit oder Fäulnißfähigkeit der Substanzen ab, welche dasselbe enthält und welche, in Fäulniß gerathen, auch die übrigen Substanzen in Fäulniß versetzen und somit zerstören. So ist das übrigens so vorzügliche Buchenholz wegen der großen Geneigtheit, zu faulen, welche es schon nach wenigen Wochen zeigt, wenn es der Feuchtigkeit ausgesetzt ist, zu Bauwerken ganz untauglich.

Alle Troddelträger besitzen einen ausgezeichneten Bast. Die Rinde der Ulmenzweige und der jungen Stämme löst sich, wenn man sie in Wasser einweicht und das Parenchym, besonders aber den Zwischenzellenstoff, dadurch in Fäulniß übergehen läßt, in eine Anzahl blätteriger Lagen auf, welche in der Längenrichtung sich mit Leichtigkeit zertheilen lassen, dagegen in jeder anderen Richtung mit außerordentlicher Zähigkeit dem Zerreißen widerstehen. Man macht aus ihnen viele Mattengeflechte. Die Artocarpeen sind durch ihren Bast nicht minder nützlich, und aus dem des Papiermaulbeerbaumes (Broussonetia papyrifera) wird das feinste chinesische Papier bereitet. Die Familie der Urticaceen liefert in den äußerst langfaserigen und sehr schlank verlaufenden Bastfasern ihrer krautigen Stengel die wichtigsten Materialien: den Hanf, den Nesselhanf u. s. w. Auch diese gewinnt man durch Einweichung und Röttung (d. h. Faulung) der unmittelbar vor der Blüthezeit, wo das Wachsthum der Pflanze vollendet ist, eingesammelten und in Bündel gebundenen Stengel, deren Parenchym und wenig entwickeltes Holz sodann nach geschehener Trocknung durch die Bracke (Zerbrechung) und durch das Klopfen und Schwingen zertrümmert und weggeschüttelt wird, während die Bastfasern allein zurückbleiben und durch das Ribben und Hecheln mehr und mehr bis zu äußerster Feinheit von einander getrennt werden. Auch die große Nessel, welche in allen

Zäunen gemein ist, liefert ein treffliches Material zu Gespinnsten (Nesselgarn, Nesseltuch); der Hopfen kann ebenso benutzt werden. — Das Parenchym der Rinde bildet sich bei verschiedenen Pflanzen sehr verschieden aus. Die Oberhaut der jungen Axen, welche ganz wie die der Blätter, nur spärlicher, mit Stomaten versehen ist, geht frühzeitig verloren. Die grüne, von außen herein sich bräunende Rinde vermehrt sich oft beträchtlich, bei den einen Pflanzen mehr in der Dicke, bei anderen mehr in der Fläche; in ersterem Falle wird sie rissig, in letzterem bleibt sie oft lange unzertrennt. So bildet sich bei den Eichen jährlich eine dicke Rindenschicht, durch welche die Borke dieser Bäume so beträchtlich wird. Bei der Buche dagegen bleibt die Rinde dünn und umschließt den Stamm als eine immer genügend weite, glatte Borkenhaut. Die Platanen werfen ihre Rinde jährlich in großen Fetzen ab, so daß sie stets sehr glattstämmig bleiben. Bei der Birke bilden sich sehr zarte hautartige Rindenschichten, welche durch farblose, sehr lockere und daher weiß erscheinende Zellenzwischenlagen von einander ablösbar sind. Diese Rindenschichten der Birke zeigen stellenweise die Anlage zu stärkerer Vermehrung auch in der Richtung der Dicke, indem sich schmale linienartige Gruppen von zusammenhangendem Zellgewebe auf ihnen erheben, welche die weißen Lagen durchbrechen. Diese Partieen, so klein sie sind, haben ganz die Beschaffenheit des Korkes. Bei den Ahornen lernten wir bereits am Maßholder ein Beispiel stärkerer Entwicklung der korkartigen Rinde kennen, welche im Alter verloren geht. Aehnlich findet sie sich bei einer Abart der gemeinen Ulme, welche deßhalb Korkulme genannt wird. Auch die Birke bildet im Alter nur borkenartige Rindenschichten aus, welche daher die weißen Blätter der Korkschichten rissig zersprengen und endlich abwerfen. Die Korkeiche (Fig. 397 und 398) Südeuropa's bildet dagegen so beträchtliche Korkschichten (Fig. 399), daß von derselben der so vielfach angewandte Kork gewonnen werden kann, welcher im Alter von dem Baume freiwillig abgeworfen, übrigens aber in Zwischenräumen von etwa 10 bis 12 Jahren vorsichtig, ohne

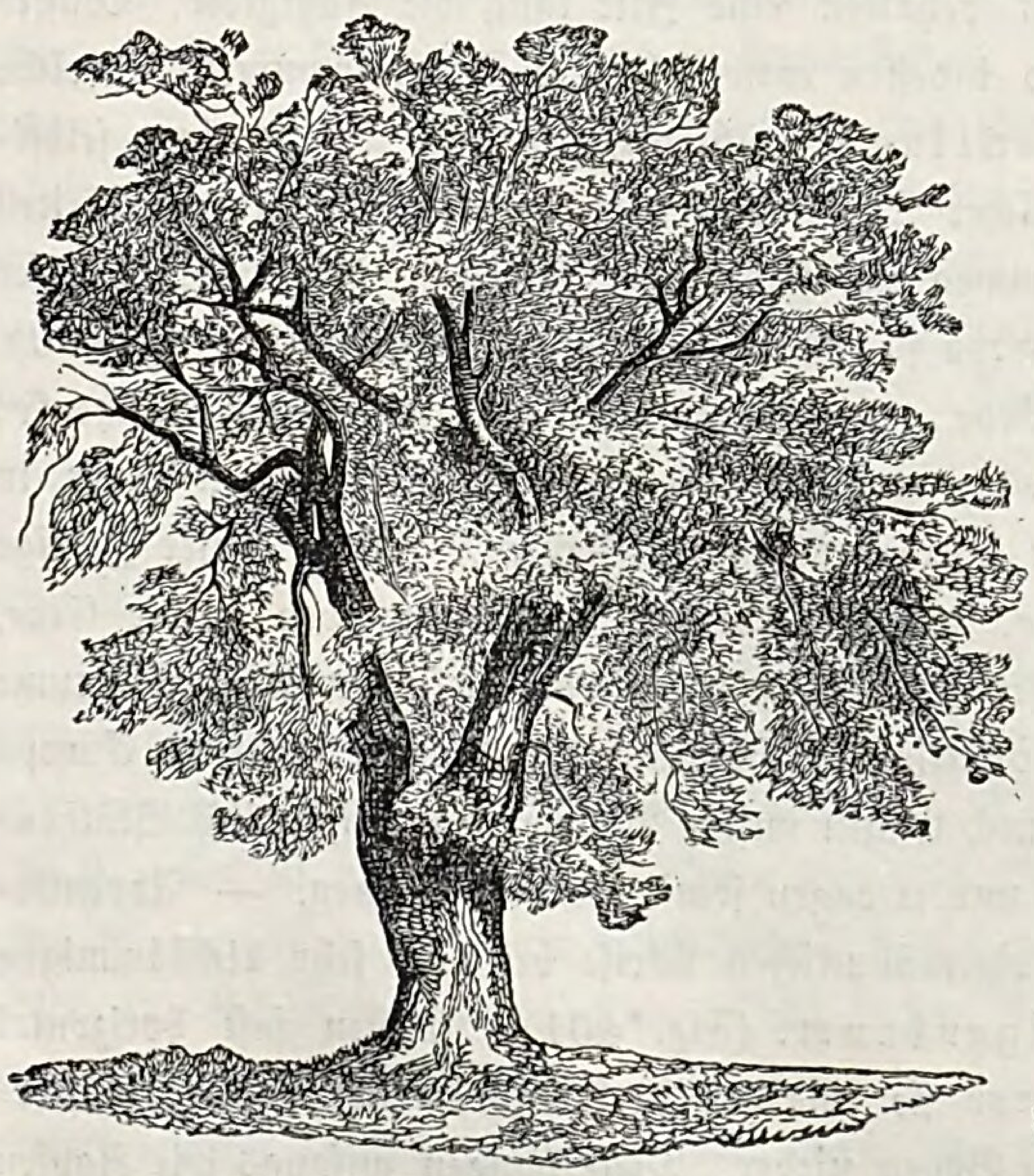


Fig. 397. Die Korkeiche (Quercus suber).



Fig. 398. Ein Zweig der Korkeiche mit Früchten; daneben ein solcher in der Blüthe.

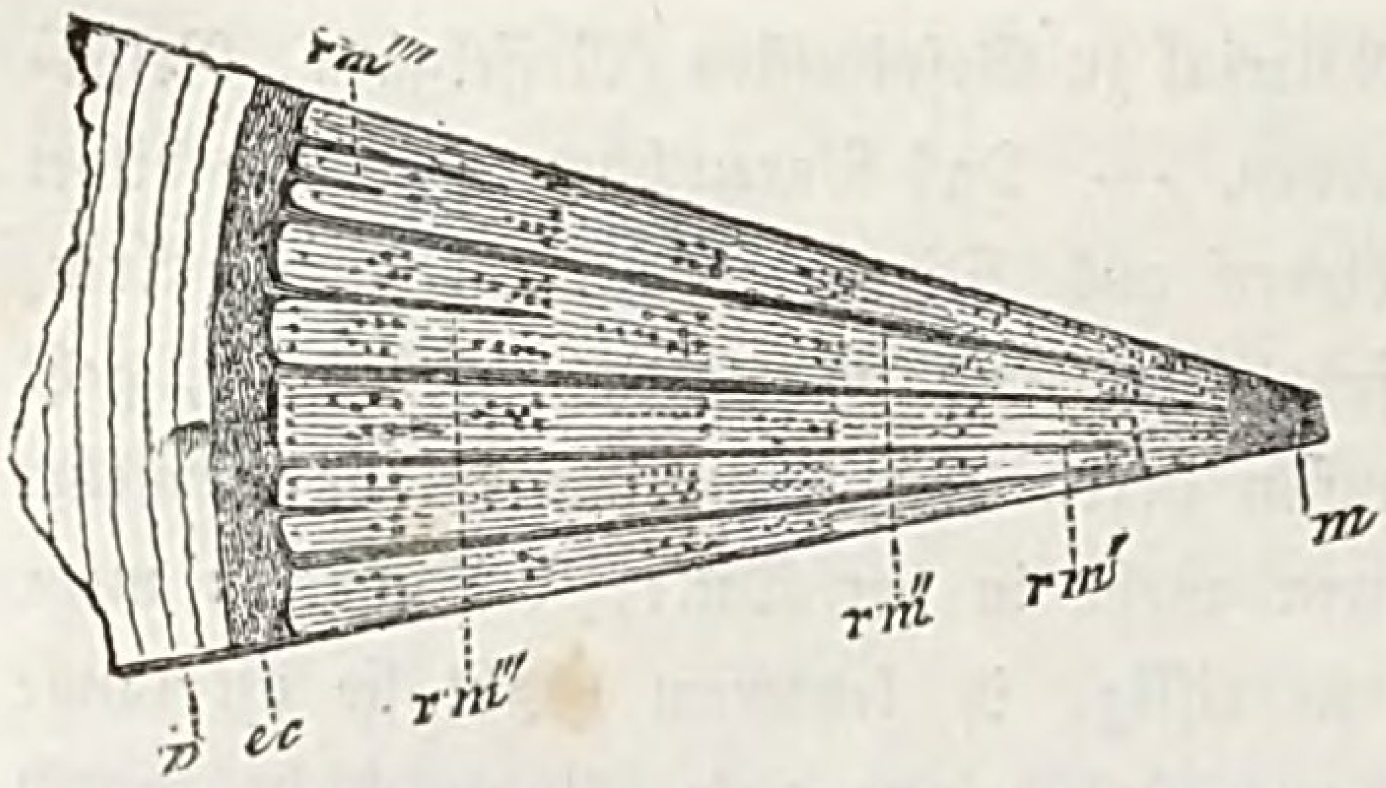


Fig. 399. Horizontaler Schnitt eines Spaltungsausschnittes des Stammes der Korkeiche. *

* *m* Mark; *rm'* Markstrahl, welcher schon im ersten Jahre vorhanden gewesen ist und sich durch alle folgenden Jahresringe fortsetzt; *rm''* und *rm'''* Markstrahlen des zweiten und dritten Jahres; *ec* Bast und grüne Rinde; *p* Korkschichten.



Fig. 400. Ein Zweig der Trauerweide (**Salix babylonica**).

Verletzung der Bastfasern und Saftgefäße, abgeschält wird. Eine geringe Anlage zur Korkbildung zeigen übrigens sehr viele Pflanzen; so bemerkt man an jungen Theilen der Pappeln und Weiden eine Menge warzenartiger Höckerchen an der Rinde, die sogenannten Rindenhöckerchen oder Lenticellen, welche nichts anderes sind, als kleine Wucherungen des Rindenparenchyms, von völlig korkartiger Beschaffenheit. Sie bezeichnen bei der Pappel zugleich den Anfang der später hervortretenden Spaltungen der Rinde.

Wird ein Theil einer Pflanze in besondere Verhältnisse versetzt, so nimmt die Zellenvermehrung, aus welcher die Lenticellen hervorgehen, eine andere Gestalt an. Bedeckt man nämlich einen Zweig oder einen Theil eines Stammes mit Erde, so entwickeln sich nicht selten an diesen Theilen Adventivwurzeln, welche sich ohne diese besondere Begünstigung nie gebildet haben würden. Man sieht diese Adventivwurzeln nicht selten unmittelbar aus den Lenticellen hervorbrechen. Ihre Bildung geht bei den Haseln, besonders aber den Pappeln und Weiden, noch sicherer vor sich, wenn man einen Stamm oder Zweig abschneidet und so wurzellos in die Erde steckt. Die Zellen desselben behalten eine Zeit lang die Fähigkeit, Wasser aus dem Boden aufzusaugen, und indessen entwickeln sich Adventivwurzeln, welche sodann die Ernährung des „Stecklings" übernehmen und ihn zu einer selbstständigen Pflanze machen. Ein solcher Steckling behält stets die Eigenthümlichkeiten der Pflanze, von welcher er genommen ist, selbst das Geschlecht. Ein Beispiel dieser Erscheinung liefert die in ganz Europa so vielfach verbreitete Trauerweide (Fig. 400). Der englische Dichter, Alexander Pope, erhielt einen Korb mit Feigen zum Geschenke; der Korb, aus Kleinasien stammend, war von den biegsamen Zweigen jener in Persien und Syrien einheimischen Weidengattung geflochten. Einer dieser Zweige hatte zufällig eine grüne Knospe, und der Dichter steckte denselben in die Erde, worauf ein Baum erwuchs, welcher weiblich war; von diesem weiblichen Baume sind alle Trauerweiden Europa's Stecklingsabkömmlinge, und man kennt in Europa den männlichen Baum gar nicht, auch tragen unsere Bäume zwar alljährlich Blüthentroddeln, allein stets nur weibliche und erzeugen somit niemals Samen. — Adventivwurzeln bilden sich in einer sehr eigenthümlichen Weise bei dem sehr dickstämmigen und verzweigten indischen Feigenbaume (Fig. 401). Dessen fast horizontal sich ausbreitende Aeste strecken, wenn sie eine gewisse Länge erreicht haben, blätterlose Sprossen gerade abwärts zum Boden nieder. Diese hangen anfangs wie Zapfen



Fig. 401. Der Banian oder indische Feigenbaum (*Ficus indica*).

herab, sobald sie aber den Boden erreichen, dringen sie in diese als Adventivwurzeln ein und nun, die Richtung ihrer Entwicklung allmählig umkehrend, treiben sie Seitenknospen und erzeugen aus diesen Blätter und Zweige. So wachsen sie dann selber als Bäume, ohne jedoch den Zusammenhang mit ihrer Mutterpflanze zu verlieren, und da ihre Zweige wieder neue Sprossen zum Boden niedersenken, so geht allmählig aus einem solchen Feigenbaume ein ganzer Wald hervor, in dessen Nähe die Indier ihre Tempel zu bauen pflegen. Die Umkehrung der Richtung der Axe, welche hier regelmäßig geschieht, welche man übrigens auch an jedem verkehrt, d. h. mit dem jüngsten Ende in die Erde gesteckten Weidenzweige sehen kann, gibt uns eine Aufklärung über die im Samen so allgemeine Umgekehrtheit der Richtung der Embryonalaxe gegen die Richtung der Axe der Samenknospe. Wir erkennen nun, daß die beiden verschiedenen Richtungen der Axe zum Stamme und zur Wurzel durchaus nicht ursprünglich in organischen Verschiedenheiten beruhen, daß es demnach zwischen Stamm und Wurzel keinen absoluten Unterschied geben kann. In der That gelang es bereits bei mehreren Versuchen, einen Baum geradezu umzukehren, indem man seine Krone in die Erde grub, die Wurzel aber nach oben kehrte; es bildeten sich sodann Laubknospen an den Wurzeln, welche nun das Kronengezweig darstellten, während die Zweige Wurzeläste erzeugten. So dürfen wir uns denn auch nicht wundern, ausnahmsweise mitunter aus Wurzeln Adventivknospen entspringen zu sehen, aus welchen Zweige nach oben sich entwickeln.

Der aufsteigende Saft, welcher vorzugsweise in der sogenannten Safttriebsperiode des Frühlings in unseren Klimaten in sehr reichlicher Menge in den Pflanzen wahrzunehmen ist, zeigt bei den Pflanzen im Allgemeinen die auffallendste Aehnlichkeit. So ist der Saft der Birken dem der Ahorne im höchsten Grade ähnlich und, wie jener, durch seinen Zuckergehalt theils zur Gewinnung des Zuckers selbst, theils zur Weingährung tauglich. Daß dieser Saft seinen Inhalt wirklich innerhalb der Zellen der Pflanze, durch welche er aufsteigt, durch Auflösung erst gewinne, geht deutlich daraus hervor, daß man ihn um so reicher an Zucker und

seinem übrigen Gehalte antrifft, je höher man einen Baum anbohrt, um ihn zu gewinnen. In manchen Pflanzen ist dieser Saft fast reines Wasser. So liefern einige Urticaceen der tropischen Länder aus ihren abgeschnittenen Zweigen eine, oft sehr große, Menge einer unschädlich trinkbaren, klaren Flüssigkeit. Merkwürdiger Weise ist dieses gerade bei mehreren Pflanzen der Fall, welche in ihren Milchsaftgefäßen giftige Flüssigkeiten enthalten.

Die Milchsaftgefäße sind bei vielen Troddelträgern, besonders aber bei den Artokarpeen und Piperaceen sehr ausgezeichnet. Die Feigenbäume, sowie die Pfefferpflanzen, besitzen solche, noch so räthselhafte Gefäße, sogar inmitten des Markes, wo man an Abschnittsflächen junger Zweige deutlich den milchigen Saft ausfließen sieht. Ein solcher Milchsaft von dem brodbaumähnlichen Kuhbaume (Galactodendron utile) in der Landschaft Caraccas in Südamerika wird wie Kuhmilch getrunken. Dagegen ist der Milchsaft des Upasbaumes (Antiaris toxicaria) im südöstlichen Asien, besonders in Java, giftig und dient mit anderen furchtbaren Giften (Strychnin) vermischt zur Bereitung des Upas-Antiar, eines berüchtigten Pfeilgiftes. Der Banian und mehrere andere Feigenbaumarten sind wichtig durch die Menge von Federharz oder Kautschuk, welche in ihrem Milchsafte enthalten ist und aus derselben gewonnen wird. — Die Amberbäume liefern wohlduftende Harze (Balsame), wie z. B. der fließende Storaxbaum (Liquidambar styraciflua) den Storax oder flüssigen Amber, welcher zu Räucherkerzen verwandt wird.

Außer zahlreichen Farbstoffen, besonders grünen, gelben und braunen, welche in vielen Cupuliferen, Juglandeen, Ulmaceen, Artokarpeen, Urticaceen u. s. w. enthalten sind, und bald aus dem Holze (Quercitron von der Färbereiche, Quercus tinctoria, in Nordamerika, Gelbholz vom Färbermaulbeerbaum, Broussonetia tinctoria, in Südamerika u. s. w.), bald aus der Rinde (Erlenrinde zum Schwarzfärben), den Blättern (Schüttgrün und Schüttgelb von Birkenblättern), den Früchten (Leifen der Walnüsse und der Hickorys) gewonnen werden, sind theils sogenannte Extraktivstoffe, wie das süßschmeckende Populin aus der Rinde und den Blättern der Pappeln, theils Pflanzenalkaloide, wie das Salicin aus der Rinde der Weiden und das narkotische Fagin in der Samenhaut der Buchen, welches die betäubende Wirkung der genossenen Buchnüsse oder Bucheckern bewirkt, theils Säuren, besonders die Gerbsäure, in den Troddelträgern vorhanden. Die Gerbsäure bildet sich in allen Rinden als Moderungsprodukt, besonders reichlich in der Eichenrinde, dann aber vorzüglich auch in den Gallen oder Galläpfeln auf den Blättern dieser Pflanze, zumal in den aus der Türkei kommenden und in den Ungarischen und Italischen sogenannten Knoppern. Diese Säure, welche mit Eisenoxydsalzen die blauschwarze Dinte, das „gerbsaure Eisenoxyd“ bildet und daher auch viel in der Färberei angewandt wird, welche ferner mit dem thierischen Leime eine in Wasser unauflösliche und der Fäulniß nicht mehr unterworfene Verbindung eingeht, und daher in der Gerberei zur Verwandlung der von Leim durchdrungenen thierischen Häute in Leder so allgemein benutzt wird, ist von den Produkten der Troddelträger keines der unwichtigsten. Unbekannt ist der Grund ihrer so reichlichen Ansammlung in den Galläpfeln, welche bekanntlich durch Insektenstiche hervorgebracht werden. Allein diese Erscheinung steht nicht ganz vereinzelt, sondern

kommt, freilich in anderer Form, auch bei den Feigenbäumen vor. Wenn nämlich die Feigen von der Feigengallwespe (Cynips psenes s. Blastophaga sycomori) angestochen werden, so sammelt sich der an Traubenzucker reiche Saft, welcher diese Früchte so beliebt macht, und welcher sie austrocknend ganz zu überzuckern pflegt, in größerer Menge an, und sie werden somit größer und schöner. Da nun aber jenes Insektchen seine Eier stets nur an die wilde sogenannte Geisfeige (Caprificus) legt, welche früher, als die cultivirte Art, gerade zu der Zeit blüht, wo es die Eier absetzen muß, so nimmt man die Früchte der wilden Feige und hängt sie auf die Zweige des cultivirten Baumes, damit die aus jenen Eiern geschlüpften Maden, wenn die sie beherbergenden wilden Feigen vertrocknen, auf die cultivirten Früchte übergehen und diese dadurch verbessern. Dieses Verfahren nennt man Caprifikation. Sind nicht auch die verfrüht gereiften schönen Aepfel und Birnen unserer Gärten regelmäßig „wurmstichig“?

Von dem innigen Zusammenhange zwischen den Pflanzen und Insekten bietet auch die Ordnung der Troddelträger bemerkenswerthe Beispiele dar. Fast keine Ordnung ist so reich, als diese an eigenthümlichen Insekten, welche sie bewohnen; die Eichen und Weiden übertreffen in dieser Hinsicht alle anderen Pflanzengeschlechter. Dabei ist es interessant, daß die nämlichen Insektenarten auf sehr verschiedenen Pflanzengattungen eines und desselben Geschlechtes zu leben pflegen. So haben die verschiedenen Weidengattungen alle die nämlichen Blattwespenarten. Das Vorkommen der ganzen Familie der Gallwespen ist für die Dicotyledoneen charakteristisch, denn nie leben solche auf einer monocotyledonischen, gymnospermen oder acotyledonischen Pflanze.

Nicht allein die krautartigen einjährigen und die verholzenden mehrjährigen Pflanzen zeigen große Verschiedenheiten in ihrer Tracht; es bieten uns die Familien der Troddelträger die mannigfaltigsten Beispiele des verschiedenartigsten Wuchses dar. Theils ist es die Stellung der Blätter und die daraus hervorgehende Anordnung der Achselknospen und somit der Zweige, welche eine Grundverschiedenheit in dem Wuchse zweier Bäume hervorzubringen vermag, theils sind es andere Verhältnisse, von denen einige sogar gewisser Abänderungen fähig sind. So kann nichts auffälliger sein, als der Unterschied in der Tracht der Eiche und der Pappel. Während erstere sich durch fast geradwinklig von einander abstehende Zweige auszeichnet, wird der schlanke Wuchs der Italienischen oder Allee-Pappel dadurch bedingt,

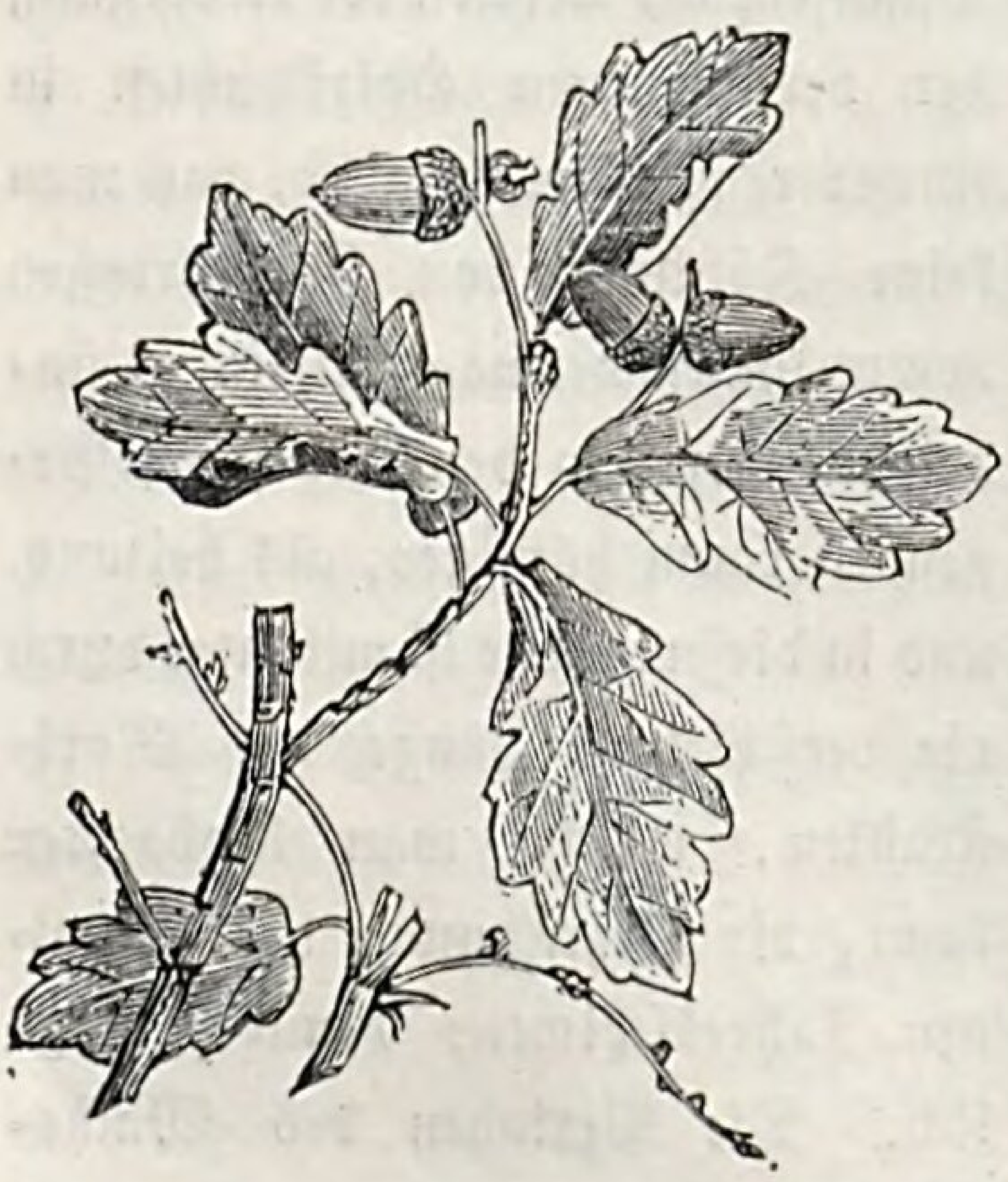


Fig. 402. Ein Zweig der Steineiche (Quercus robur).



Fig. 403. Ein Zweig der Lombardischen oder Italienischen Pappel mit breitem Blattsaume (Populus dilatata).

daß alle Zweige im spitzesten Winkel auf einander gestellt sind, wie bei den Cypressen, Eigenthümlichkeiten, welche sich schon bei Zweigen dieser Bäume in der Stellung der Knospen und selbst der Blätter ausdrücken (Fig. 402 und 403). Wieder andere Verschiedenheiten werden durch das verschiedene Verhältniß der Streckung und Dicke der Internodien der Zweige bewirkt. Es ist die außerordentliche Länge und Dünnheit dieser Axenabschnitte, welche den Weiden ihre Eigenthümlichkeit verleiht, und welche bei der Trauerweide das malerische Herabhangen der Zweige bewirkt. Die Birke nimmt nicht selten eine ähnliche Tracht an, obgleich dieselbe im Allgemeinen diesem Baume nicht zukommt; man unterscheidet darnach eine Spielart oder Varietät: die Hängebirke (Fig. 404). Bei der Eiche (Fig. 405) findet sich auch zu diesem Wuchse gleichsam das Gegentheil, die auffallendste Starrheit. Endlich weicht der Wuchs einer und derselben Pflanzengattung je nach dem Klima beträchtlich ab. Jene nämliche Birke, welche in den tieferen Gegenden Mitteleuropa's ein so schöner Baum ist, erhebt sich auf den höheren Gebirgen und im hohen Norden nur als ein krüppeliger Strauch, indem, ähnlich wie bei den Haseln (Seite 883), die gerade Fortsetzung der Hauptaxe frühzeitig eingeht und bei den Zweigaxen dasselbe sich wiederholt.



Fig. 404. Die gemeine Birke (Betula alba), Spielart mit hangenden Zweigen (varietas pendula).



Fig. 405. Die stielblüthige Eiche (Quercus pedunculata).

In den tropischen Gegenden würde man, von der Ansicht ausgehend, daß einzig die Winterkälte und Sommerwärme die periodische Entwicklung der Bäume hervorrufe, keine Spur von Jahresringen im Holze der Bäume zu finden erwarten. Zwar gibt es nun allerdings manche Pflanzen, bei welchen der Uebergang der verschiedenen Holzschichten in einander so allmählig ist, daß man keine Zählung von Jahresringen vorzunehmen vermag, allein es findet sich dieses in den tropischen Gegenden kaum häufiger, als bei uns, und in diesem Falle ist mitunter durch die verschiedene Länge der Markstrahlen, welche man beobachten kann, die Bezeichnung der einzelnen Jahresschichten dennoch möglich. Die Perioden des Wachsthumes werden durch innere, noch

nicht ergründete, Bedingungen der Pflanze selbst hervorgebracht. Werfen doch auf der Insel Madeira die aus Europa vor Jahrhunderten nach sichern geschichtlichen Nachrichten dorthin verpflanzten Bäume noch jetzt, nebst ihrer Nachkommenschaft, dem Klima zum Trotze, ihr Laub zu der nämlichen Zeit ab, wo in ihrer Stammheimath der Herbstlaubfall eintritt. — Ebenso ist auch die Dicke der verschiedenen Jahresringe, so sehr sie einestheils von Gunst oder Ungunst der Jahreswitterung abhangt, so sicher man auch durch die Ungleichheit derselben auf dem Querschnitte eines Stammes die wärmeren oder kälteren Jahre und die Stellung gegen Norden und Süden nachweisen kann, nicht allein von äußeren Einflüssen bedingt. Vielmehr hat jeder Baum eine Periode stärkster Zunahme, wie z. B. die Eiche zwischen den zwanzig und dreißig Jahren.

Eichen, besonders aber Weiden, bieten die merkwürdigsten Belege dar für die Wahrheit, daß nur die zunächst unter der Borke befindlichen Theile des Bastsystemes, des Cambium und des Splintholzes, die Vermittler des Lebens im Stamme sind, indem man diese Bäume nicht selten so völlig durch die vom Marke ausgehende Fäulniß gehöhlt findet, daß nur eine dünne und oft sogar ganz unvollständige Wand stehen bleibt, auf welcher dennoch die Zweige grünen.

Manche Bäume der Ordnung der Troddelträger erreichen ein außerordentlich hohes Alter. Man kennt die „tausendjährigen" Eichen; es gibt solche, welche 1600 Jahre erreicht haben. Die Ulmen, Kastanien- und Walnußbäume und Platanen scheinen ein ähnliches Alter erlangen zu können; mit Sicherheit kennt man Ulmen von 355 Jahren, Kastanienbäume von 360 und 626, Walnußbäume von 600, Platanen von 720 Jahren. Auch die Feigenbäume gehören mitunter zu den ältesten Zeugen der vergangenen Jahrtausende.

Artokarpeen und Urticaceen gehören zu den charakteristischen Pflanzen der heißen Zone und erstrecken sich nur mit wenigen und geringen, letztere nur mit krautigen, Arten in die gemäßigten Zonen hinein. Die Piperaceen, Chloranth een, Balsamifluen beschränken sich ebenfalls auf die heiße Zone. Die Cupuliferen beginnen mit immergrünen Eichen in den etwas höheren Regionen der Tropengegenden und auf den Grenzen der heißen und gemäßigten Zone. Für letztere sind die laubwechselnden Cupuliferen, die Ulmaceen, Juglandeen und Betulaceen bezeichnend, und die letztere Familie geht mit den Salicineen bis in die kalte Zone hinein. Bis zu einem gewissen Grade ist der Mensch im Stande, die natürliche Verbreitung der Pflanzen zu verändern, indem er einerseits sie ausrottet, andererseits sie anpflanzt. Mitunter wird er, ohne seine Absicht, der Verbreiter von Pflanzengattungen, ja selbst von solchen, welche er überall als lästige Feinde betrachtet und zu vertilgen sucht. Die Nesseln bieten hievon ein Beispiel dar; sie folgen dem Menschen auf jeder Spur und, ohne daß der Grund genügend ermittelt wäre, siedeln sie sich neben der einsamsten Hütte an und bezeichnen, noch auf dem Schutte derselben wachsend, daß die längst wieder verlassene Einöde wenigstens vorübergehend bewohnt war.

Dritte Ordnung.

Die Spinatgewächse. Oleraceæ.

Die Ordnung der Spinatgewächse oder Oleraceen umfaßt die Familien der Polygoneen, Nyktagineen, Chenopodiaceen und Amaranthaceen.

Die Pflanzen der Familie der Knöteriche oder Polygoneen (Polygoneæ), zu welcher die Buchweizen- oder Heidekornpflanze (Fig. 406), nebst vielen anderen Gattungen aus dem Geschlechte der Knöteriche (Polygonum), sowie die Ampfer (Rumex) und Rhabarber (Rheum) gehören, sind Kräuter mit knotig gegliederten Stengeln, deren Blätter (Fig. 407) mitunter ähnlich wie die Blätter der

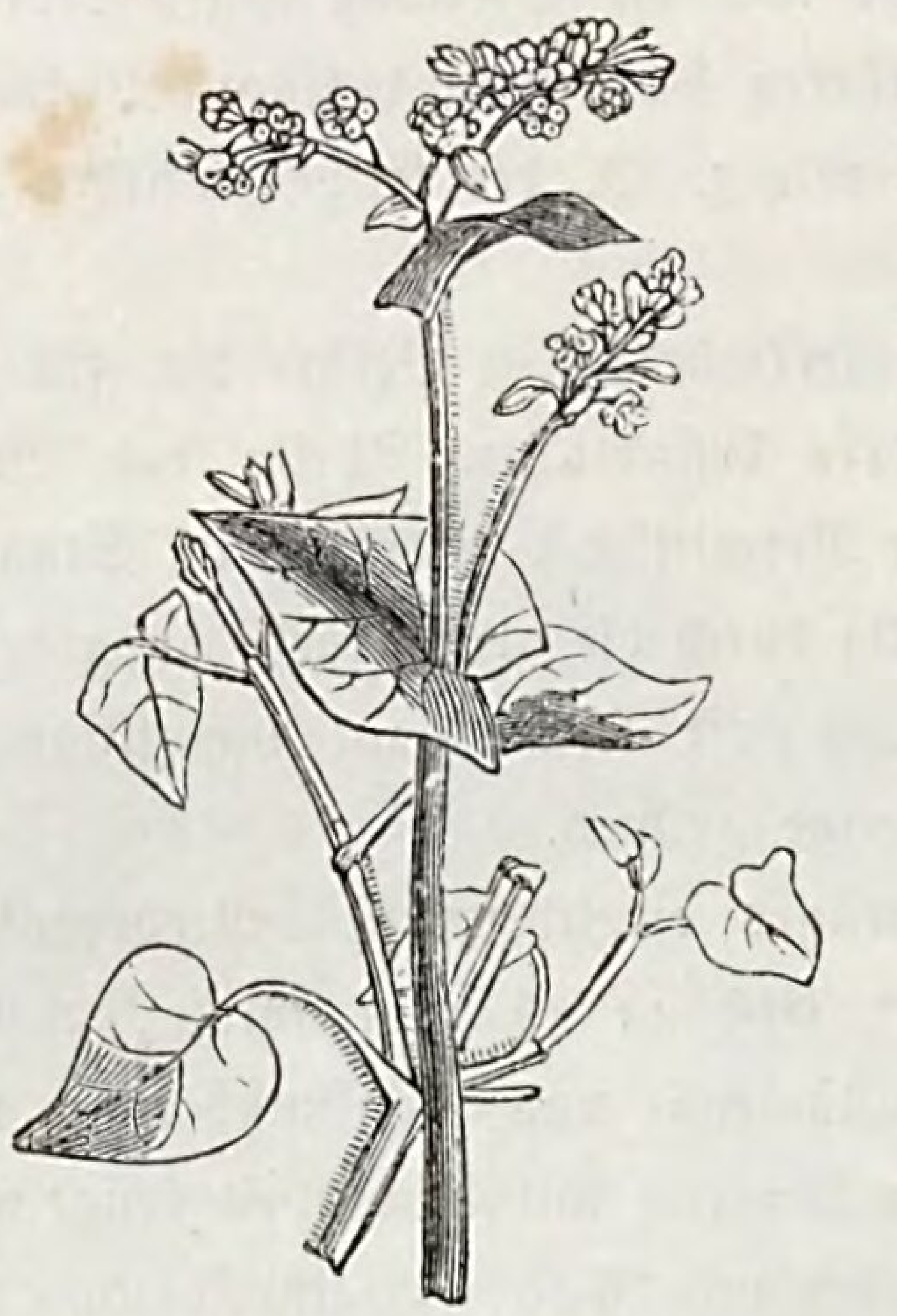


Fig. 406. Der Buchweizen (Polygonum fagopyrum). *

* *a* Ein Abschnitt vom unteren Theile der Pflanze; *b* ein blüthentragender Stengel.

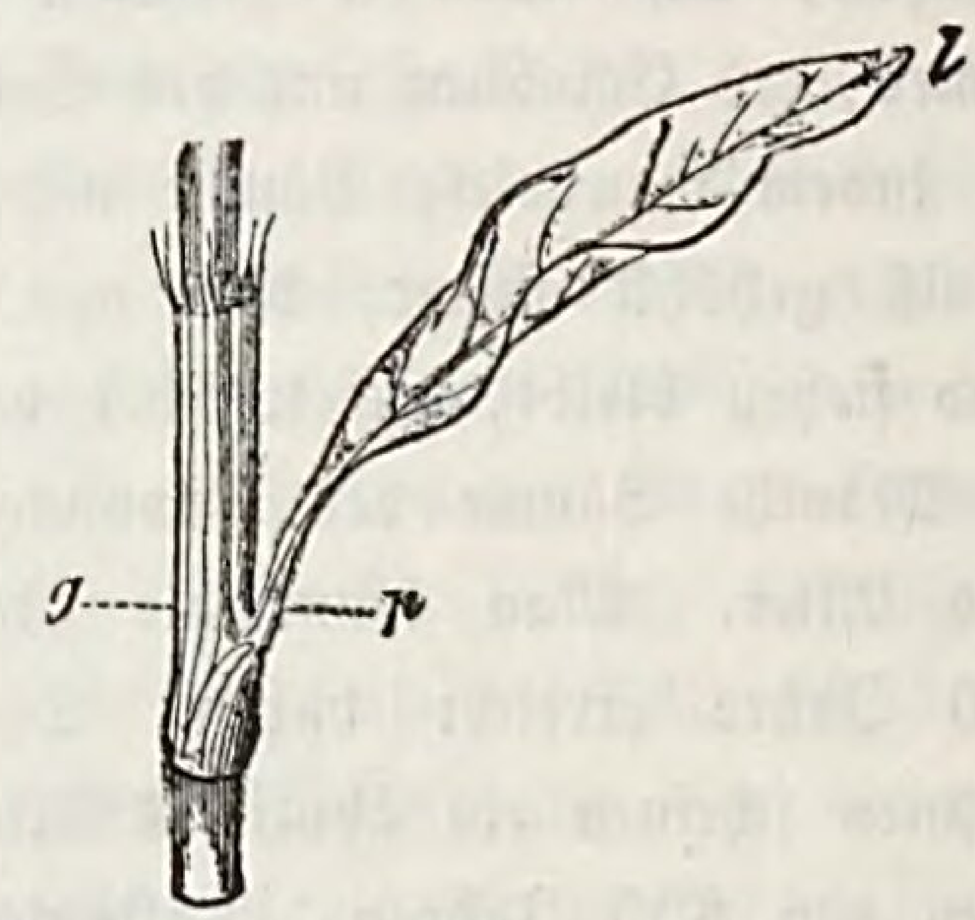


Fig. 407. Ein Stengelstück des Wasserpfefferknöterich (Polygonum hydropiper) mit einem Blatte. *

* *l* Blattspreite; *p* Blattstiel; *g* Blattscheide, theils aus dem Blattstiele, theils aus den Nebenblättern gebildet und oben in Spitzchen auslaufend.

Tradeskantien, mit Blattscheiden so vollkommener Bildung versehen sind, daß sie, anstatt eines Blattstieles, eine völlig geschlossene röhrenförmige Tüte besitzen, welche, durch völlige Verwachsung der Nebenblätter, noch über den Grund der Blattspreite am Stengel hinaufreichen und diesen manschettenartig, wie die Blattscheiden der Schafthalme, umgeben. Wo solche Blattscheiden nicht frei ausgebildet sind, da bemerkt man oft deutlich, daß sie mit der Stengelaxe verwachsen sind, und in diesem Falle sitzen die Blattspreiten unmittelbar am Stengel, oder aber der Blattstiel ist stengelartig ausgebildet und erscheint dann um so länger; ersteres zeigt sich besonders häufig an den oberen, letzteres an den untersten Blättern einer Pflanze. Die Blätter sind in der Knospenlage sehr eigenthümlich auswärts gerollt. — Die Polygoneen besitzen häufig roth gefärbte Stengel und selbst solche Blätter. Ihre Blüthen stehen in Rispen zahlreich beisammen und haben ein meistens röthlich weiß gefärbtes Perigon, welches aus dreien oder fünf großentheils mit einander verwachsenen Blättern gebildet ist. In der Mitte dieses Perigons erhebt sich ein Fruchtknoten, welcher aus dreien Karpellen gebildet, und daher mit dreien Griffeln gekrönt ist. Die Narben dieser Griffel sind bei einigen Gattungen sehr schöne federartige oder pinselförmige Köpfchen. Rings um den Fruchtknoten stehen die Staubfäden, zwischen diesen aber noch kleine Nektarien, welche selber nichts anders sind, als unentwickelte oder metamorphosirte Staubfäden. Die Stellung aller dieser Organe ist sehr sonderbar, indem die einen offenbar weiter nach innen stehen, als die anderen,

und während die letzteren ihre Staubbeutel ganz, wie dieses meistens der Fall zu sein pflegt, nach innen kehren und auf dieser Seite aufspringen, so ist es bei ersteren gerade umgekehrt (Fig. 408). In Wirklichkeit darf man nicht annehmen, daß alle diese Staubfäden Quirlen angehören, welche unmittelbar aus der Blüthenaxe entspringen, sondern es sind vielmehr drei unentwickelt gebliebene Zweigaxen, welche in den Achseln dreier Perigonblätter entspringen, um welche die Staubfäden und Nektarien in dreien besonderen, freilich durch die gedrängte Lage einigermaßen schiefen Quirlen geordnet stehen. Man findet leicht auf dem Diagramm der Blüthe (Fig. 409) diese drei zweigständigen Gruppen heraus. Der Fruchtknoten umschließt eine einzige, unmittelbar als Endknospe der Blüthenaxe auftretende Samenknospe, deren Entwicklung uns schon früher als ein sehr einfaches und vollständiges Beispiel der Entwicklung dieses Organs diente (Fig. 410). Innerhalb dieser Samenknospe bildet sich neben dem Embryo ein sehr beträchtliches Endosperm, dessen Mehlreichthum und Klebergehalt die Früchte des Buchweizens zu so nahrhafter und in vielen Gegenden das Getreide ersetzender Speise machen. Der Keimling nimmt in diesen Samen eine sehr eigenthümliche Lage an; durch das frühzeitig eine ziemliche Festigkeit erlangende Endosperm gedrängt, liegt derselbe diesem seitlich angedrückt, und durch seine Längenausdehnung ist er gezwungen, sich zu krümmen (Fig. 411). Die drei Karpelle verwachsen mit den Samendecken, so daß die dreikantige, den Buchnüssen ähnliche Frucht somit wesentlich die nämliche Bildung besitzt, welche wir bei den Grasfrüchten kennen lernten. Bei den Ampfergewächsen, deren

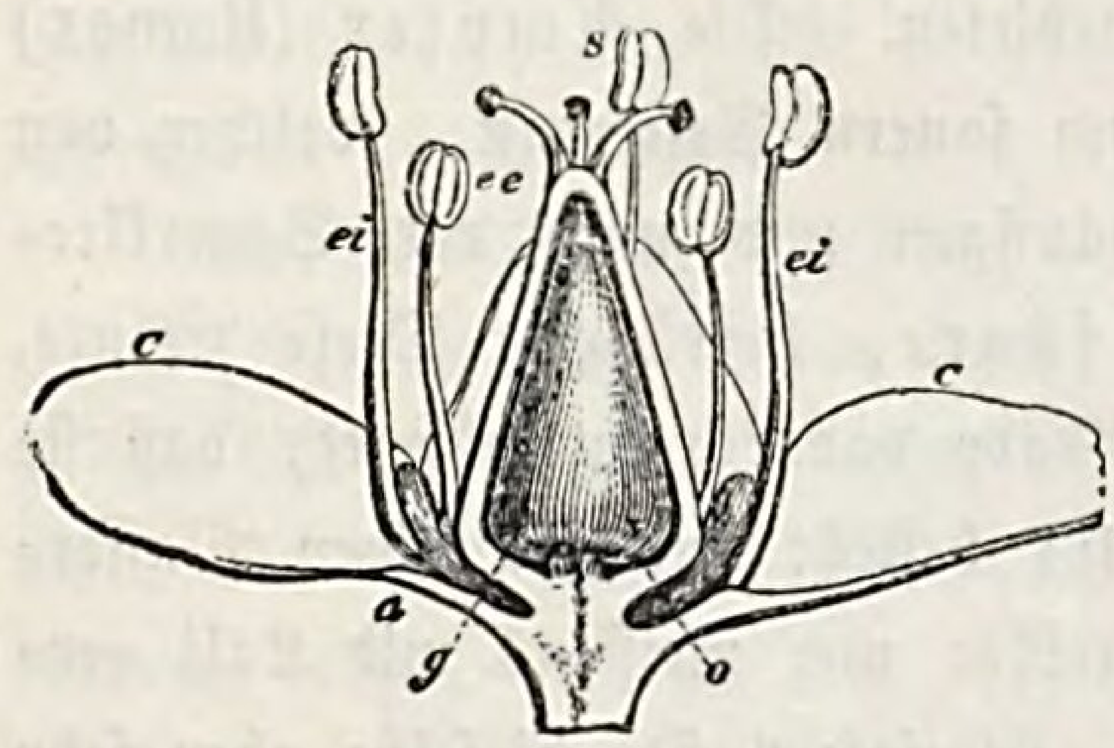


Fig. 408. Vergrößerte Darstellung einer Buchweizenblüthe, senkrecht durchschnitten. *

* cc Perigonblätter; g Fruchtknoten; o Samenknospe; s drei Griffel; ei innere Staubfäden, mit Staubbeuteln, welche dem Fruchtknoten abgewendet sind; ee äußere Staubbeutel, dem Fruchtknoten zugewandt; a Nektarien oder verkümmerte Staubfäden.

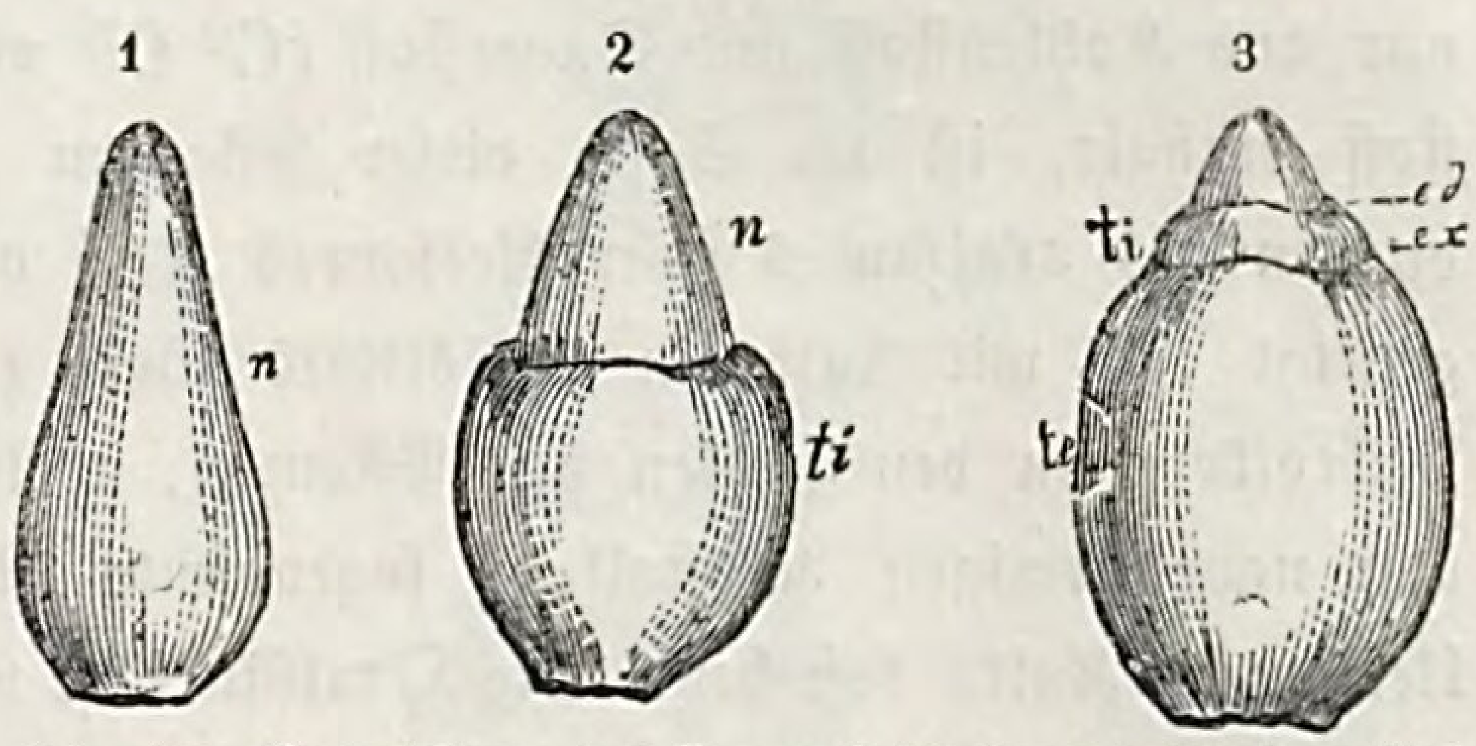


Fig. 410. Entwicklung des Samenknöspchens des doldenrispigen Knöterich (Polygonum cymosum), vergrößert. *

* 1 Der einfache Knospenkern n; 2 derselbe von der ersten Samendecke ti am Grunde umgeben; 3 derselbe von der inneren Samendecke ti fast ganz umhüllt, letztere schon großentheils von der äußeren Samendecke te umgeben; ex äußerer Rand der Mikropyle; ed innerer Rand derselben.



Fig. 409. Diagramm der Buchweizenblüthe. *

* a Axe des Blüthenstandes; die Bogenlinien bezeichnen die fünf in zwei dreizähligen Quirlen, von denen der eine unvollständig ist, geordneten Perigonblätter. Innerhalb dieser sind die Staubbeutel und Nektarien bezeichnet, erstere lassen die Seite erkennen, an welcher sie aufspringen. In der Mitte befindet sich der dreikantige Fruchtknoten mit den drei Narben und dem axenständigen Samenknöspchen.



Fig. 411. Die Frucht des Buchweizens, senkrecht durchschnitten, vergrößert, um die aus der Verwachsung der Karpelle und Samendecken gebildete lederartige Nußschale, und innerhalb das Endosperm und den zur Seite gedrängten Embryo mit seinen unten gekrümmten Cotyledonen zu zeigen.

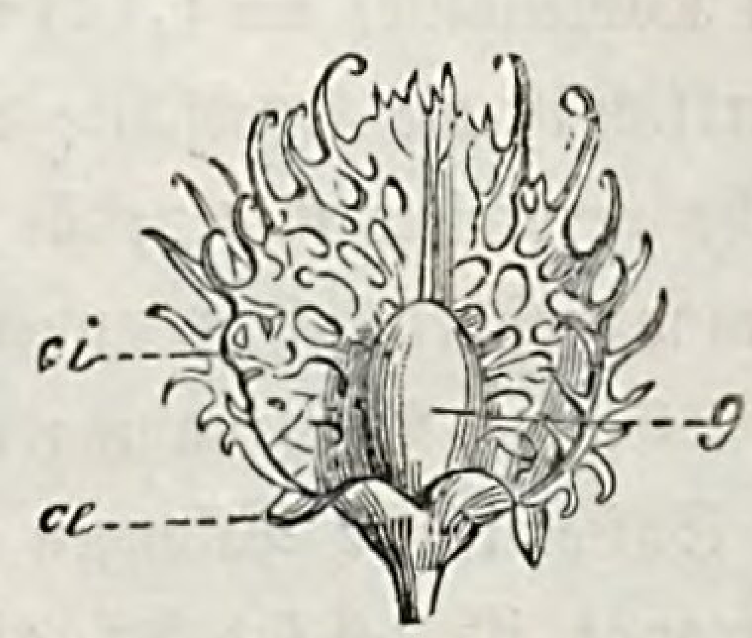


Fig. 412. Das Perigon des hakentragenden Sauerampfers (Rumex uncatus).*

* ce Kelchblättchen; ci Kronenblätter; g der mittlere, schuppenartige Theil der letzteren.

*

einige Arten durch Fehlschlagen diklinische Blüthen zu haben pflegen, besteht das Perigon (Fig. 412) deutlicher, als bei den Knöterichgattungen, aus zweien Quirlen, welche hier beide vollzählig sind; die drei äußeren sind dabei viel kleiner und können als Kelchblätter von den drei inneren Kronenblättern unterschieden werden. Letztere sind sehr seltsam gebildet. Ihr mittlerer Theil stellt nämlich ein glattes eiförmiges Schüppchen dar, der Saum desselben aber ist sehr breit, von netzartig verzweigten Adern durchzogen, welche am Rande in sehr lange und hakenförmig umgekrümmte Spitzen auslaufen. Diese drei Blätter bleiben später an der Frucht als eine dreiseitige spreuartige Hülle befestigt.

Eine Knöterichgattung heißt die lebendiggebärende (Polygonum viviparum), weil in ihrem Fruchtknoten sich anstatt der Samenknospe eine zwiebelähnliche Bulbille zu erzeugen pflegt, welche, von der Blüthenaxe losgetrennt, auf dem Boden unmittelbar zu einer neuen Pflanze wird. Es ist dieses Beispiel einer solchen Metamorphose der Samenknospe das einzige bei den Dicotyledoneen.

Mehrere dem Buchweizen nahe verwandte Knöteriche liefern mehlreiche Früchte. Sie gehören besonders dem nördlichen Europa und anderen sehr gemäßigt warmen Ländern an, in welchen die besseren Getreide nicht mehr gerathen. Ihr Nutzen ist um so größer, als sie auf jedem Boden und ganz ohne Düngung gedeihen, und außer der Frucht auch treffliches Grünfutter darbieten. Die Ampfer (Rumex) haben meistens einen sehr starken, aber angenehm sauern Geschmack, welcher von einer eigenthümlichen, im Pflanzenreiche sehr häufigen und nach der Sauerkleepflanze (Oxalis) benannten Säure, der Oxalsäure, herrührt. Diese Säure, welche sich unter den Pflanzensäuren in hohem Grade dadurch auszeichnet, daß sie nur aus Kohlenstoff und Sauerstoff ($C^2\ O^3$ oder $\ddot{C}$) besteht und gar keinen Wasserstoff enthält, ist im Safte dieser Pflanzen aufgelöst und meistens mit Kali verbunden als oxalsaures oder kleesaures Kali oder „Kleesalz.“ Da dieselbe aber sehr geneigt ist, mit Kalk ein unlösliches Salz zu bilden, so bemerkt man unter dem Mikroskope in den Zellen der Pflanzen, welche sie enthalten, sehr häufig Büschel von nadelförmigen Krystallen, sogenannte Raphiden (Seite 804), welche aus kleesaurem Kalke bestehen. Die Oxalsäure ist von allen organischen Mischungen diejenige, welche an Sauerstoff den größten Reichthum besitzt; dieselbe schließt sich sehr nahe an die Kohlensäure, welche wir als eine der allgemeinen Nahrungssubstanzen der Pflanzen kennen gelernt haben. Da nun die Grünpflanzen sämmtlich Sauerstoff abscheiden, so liegt es sehr nahe, zu vermuthen, daß sich dabei zunächst aus der Kohlensäure Oxalsäure bilde: aus einer doppelten Verhältnißmenge von Kohlensäure $= C^2\ O^4$ wird Oxalsäure $= C^2\ O^3$, indem ein O verloren geht. Wirklich ist die Oxalsäure diejenige Säure, welche man am Allgemeinsten im Pflanzenreiche verbreitet findet; sie scheint keiner Grünpflanze zu fehlen. Aus ihr bilden sich dann wahrscheinlich die anderen organischen Mischungen, welche an Sauerstoff ärmer sind.

Einige Polygonumarten liefern eine herrliche blaue Farbe, das Indigo. Der im Safte dieser Pflanzen enthaltene Farbstoff, welcher dem Chlorophyll sehr nahe verwandt ist, heißt Isatin ($NC^{16}\ H^5\ O$), und ist stets mit Wasser verbunden. Dieser Stoff ist völlig farblos und wird auch „Indigweiß“ genannt. Durch Aufnahme von Sauerstoff aus der Luft oxydirt derselbe und wird so in Indigblau ($NC^{16}\ H^5\ O^2$) verwandelt.

Die den Ampfern sehr nahe verwandten Rhabarber (Fig. 413) geben, wie jene, in ihren Blättern ein treffliches Gemüse. Außerdem aber liefern sie eines der bekanntesten Arzneimittel in ihrer sogenannten Wurzel, welche das Rhabarberin enthält, einen sehr herben und bitter schmeckenden und stark gelbfärbenden Stoff. Sie knirschen außerdem von oxalsaurem Kalke. Die Rhabarberwurzel ist keine Wurzel, sondern eine Art von Rhizom, nämlich die sehr kurz bleibende, dabei aber aufrecht stehende und unmittelbar abwärts in die Wurzel verlängerte Axe der Pflanze, welche ganz im Boden verborgen bleibt und, den Zwiebelaxen ähnlich, alljährlich einen einjährigen, krautigen Zweig (Schaft) mit zahlreichen Blättern hervortreibt, welcher gewöhnlich für den eigentlichen Stamm angesehen wird. Da die Blätter hauptsächlich am untersten Theile dieses Zweiges sehr dicht zusammengehäuft stehen und besonders, bevor derselbe anfängt sich zu verlängern, eine Art Rosette bilden, welche unmittelbar auf dem Boden liegt und aus der „Wurzel" zu kommen scheint, so nennt man solche Blätter „Wurzelblätter." Derartige „ausdauernde Wurzeln" und Wurzelblätter sind eine sehr häufige Erscheinung bei dicotyledonischen Pflanzen. Die Ampfer besitzen eben solche, und unter den Knöterichen ist eine auf unsern Wiesen gemeine Art (Polygonum bistorta), deren Rhizom eine höchst seltsame Form annimmt, indem es, im Boden schief ansteigend, sich in plötzlichen Krümmungen hin und her windet, um nicht an die Oberfläche zu gelangen.

Die Familie der Nyktagineen (Nyctagineæ) ist den Polygoneen sehr nahe verwandt, obgleich die Tracht der Pflanzen, welche zu ersterer gehören, durch die Einfachheit der ganz scheiden- und nebenblattlosen Blätter auf den ersten Blick ebenso sehr abweicht, als die ausgezeichnete Größe der Blüthen. Es ist hier vorzüglich die beliebte Schweizerhosenblume oder Wunderblume unserer Gärten zu nennen, deren große trichterförmige Blumen die Merkwürdigkeit darbieten, daß sie auf einer Pflanze theils weiß, theils gelb, theils roth, theils von beiden letztern Farben mit weiß bunt gefärbt sind. Der Kelch dieser Blumen (Fig. 414 und 415) ist fünfblätterig, mit eben solcher Stellung, wie beim Buchweizen; die Kronenblätter sind zu einer langen Röhre mit fünflappigem, trichterförmigen Rande verwachsen, welche in der



Fig. 413. Der Rhabarber mit handförmigen Blättern (Rheum palmatum).

Knospenlage faltig rechts herum zusammengedreht liegt; der unterste grüngefärbte Theil dieser Röhre, welcher vom Kelche umhüllt ist, bildet eine verdickte, bauchig aufgeblasene Höhlung um den Fruchtknoten, welcher in einen einzigen sehr langen Griffel mit kopfförmiger Narbe (Fig. 416) ausläuft. Dieser Griffel ist in der Knospenlage, weil er sich frühzeitig verlängert, spiralig eingerollt und später noch gekrümmt (Fig. 417). Um den Fruchtknoten stehen fünf eigenthümliche Körper, abgerundeten Schuppen ähnlich, deren jeder ein Büschelchen von Staubfäden um seinen Gipfel trägt (Fig. 418). Diese Körper sind Zweigaxen von plattgedrückter Form; nach der Betrachtung derselben kann über die wahre Bedeutung der Anordnung der Staubfäden der Polygoneen (Fig. 409) kein Zweifel bleiben. Bei der Ausbildung der Frucht, welche auch hier nur einen aufrechten Samen enthält, fällt die Blumenkrone ab, soweit sie bunt gefärbt ist, während ihr unterer grüner Theil als ein Behälter um den Fruchtknoten stehen bleibt (Fig. 419). Dieser Theil entspricht offenbar den Blattstielblättern, während der bunte Trichter aus den Blattspreiten gebildet war, die somit von ersteren sich durch Narbenbildung ablösen. Der grüne Fruchtbehälter ist oben offen, und aus der Mündung ragt ein Ueberrest des vertrockneten Griffels hervor (Fig. 420). Der Kelch bleibt ebenfalls bis zur Fruchtreife stehen. Der Embryo hat in dem Samen der Wunderblume eine noch eigenthümlichere Lage, als bei den Polygoneen, indem derselbe hier durch sehr starke Verlängerung seiner Cotyledonen das Wurzel-



Fig. 414.
Diagramm einer Blüthe der Schweizerhose (Mirabilis jalapa). *

* Die äußeren Bogenlinien bezeichnen den Kelch, die inneren gefalteten Linien die Krone in ihrer Knospenlage; die fünf Kreise bedeuten die Staubfädenbüschel; der Centralkreis ist der Fruchtknoten.

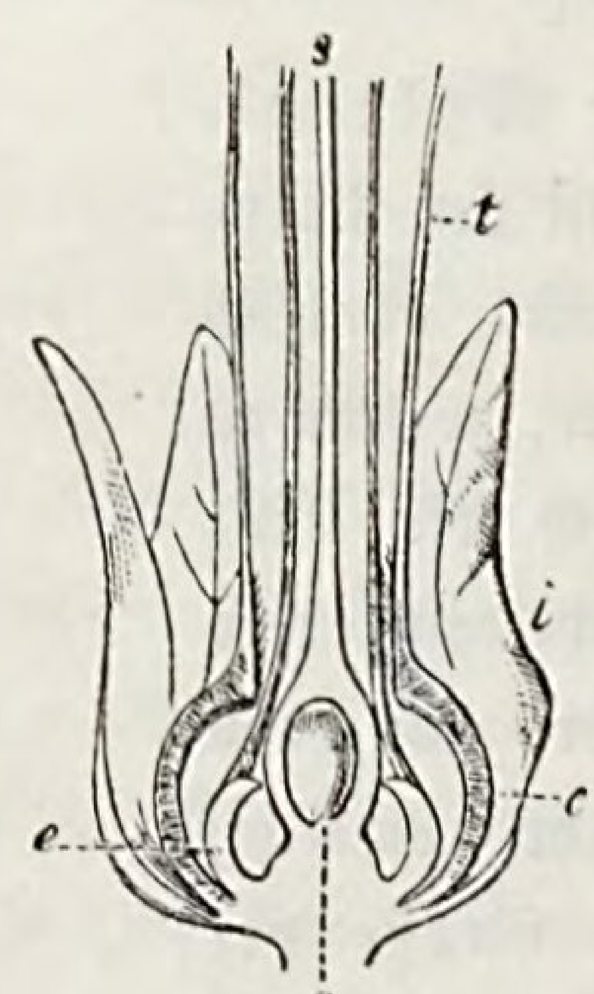


Fig. 415. Der untere Theil der Schweizerhosenblüthe, senkrecht durchschnitten. *

* *i* Kelchblätter; *t* Blumenkronentrichter; *c* unterer aufgeblasener Theil desselben (Fruchtknotenbehälter); *e* Zweigorgane, auf welchen die Staubfadenbüschel stehen; *s* Griffel; *o* Samenknospe.



Fig. 416.
Der obere Theil des Griffels, *t*, mit der kuglig kopfförmigen Narbe, *s*, aus der Schweizerhosenblüthe, vergrößert.

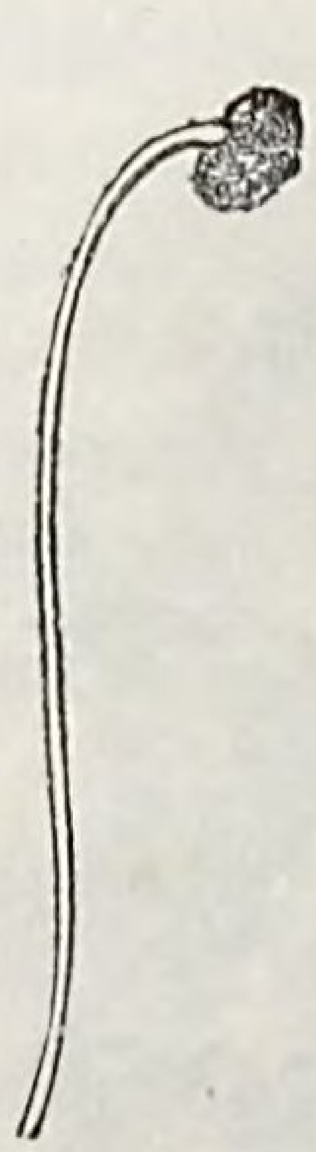


Fig. 417.
Der Griffel der Schweizerhosenblüthe.



Fig. 418. Eine der Zweigaxen in der Schweizerhosenblüthe mit ihrem Staubfadenbüschel.

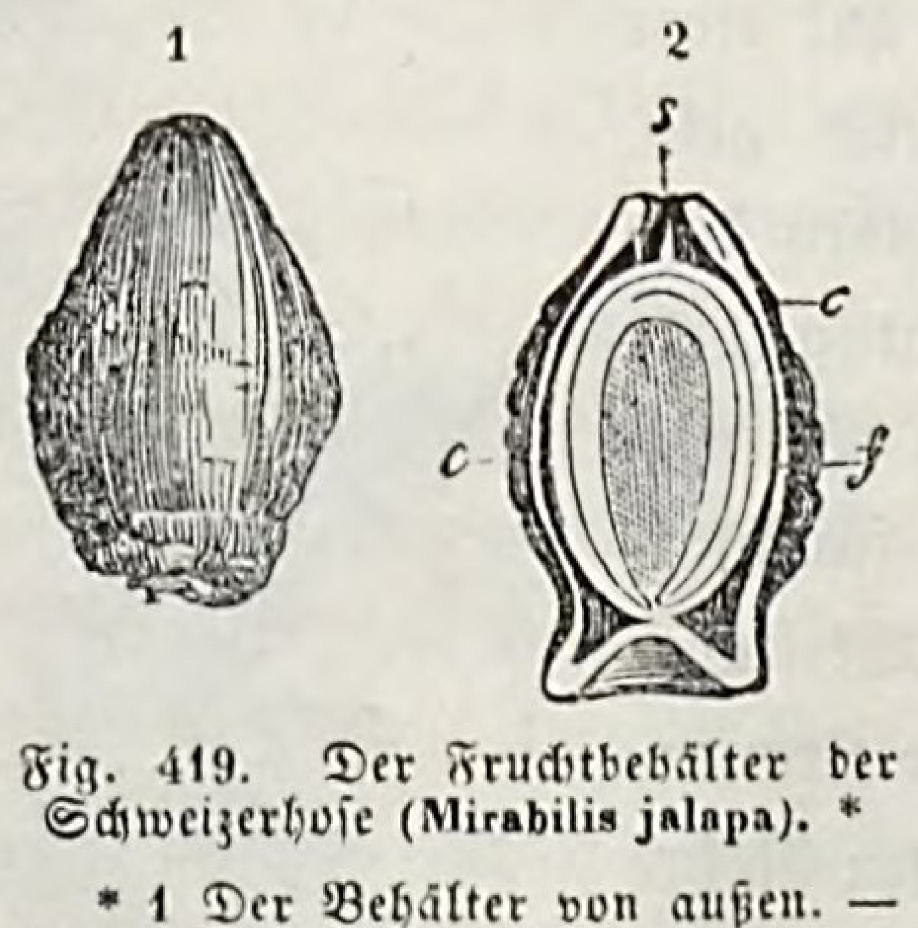


Fig. 419. Der Fruchtbehälter der Schweizerhose (Mirabilis jalapa). *

* 1 Der Behälter von außen. — 2 derselbe im Durchschnitte; *c* verhärteter Behälter; *f* die eigentliche innerlich mit dem Samen verwachsene Frucht; *s* ein Ueberrest des Griffels.



Fig. 420. Die ganze Frucht der Schweizerhose mit ihren Hüllen, senkrecht durchschnitten *

* *i* Kelch; *c* Behälter, innerhalb dessen am Grunde die Staubfadenträger noch bemerkbar sind; *f* die eigentliche Frucht; *p* Endosperm; *e* Embryo.

ende des Axenorganes, bei der Unmöglichkeit, dasselbe durch die Mikropyle herauszutreiben, an der den Cotyledonen entgegengesetzten Seite zwischen dem Endosperm und der Samendecke hinabschiebt, und so endlich hufeisenförmig um das Endosperm gekrümmt liegt. Dabei ist das Wurzelende dann nicht mehr der Mikropyle zugewandt (Fig. 421). — Die Wunderblume gehört zu denjenigen Pflanzen, deren Blüthen an Pollen sehr arm sind; man findet in allen Staubbeuteln einer Blüthe zusammen nur etwa 300 Pollenzellen.

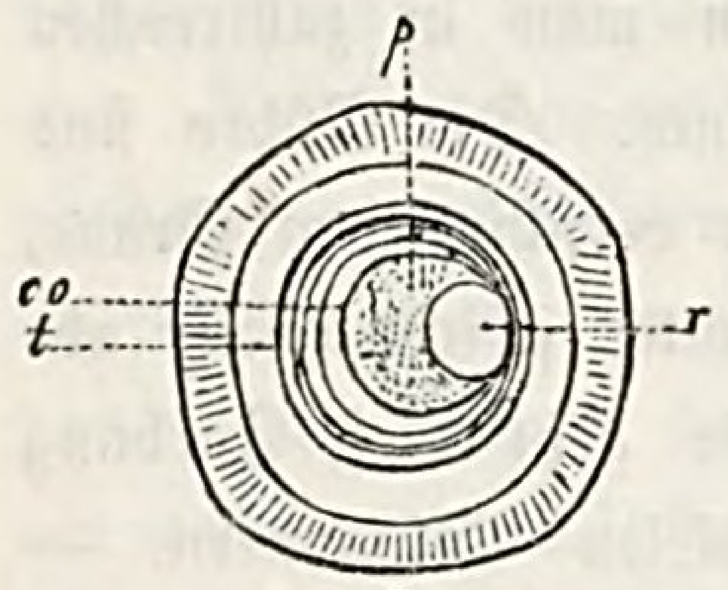


Fig. 421. Horizontaler Schnitt durch die ganze Frucht, ohne den Kelch. *

* c Behälter; t Frucht- und Samenschaale; co Cotyledonen des Embryo; r Axenorgan desselben; p Endosperm.

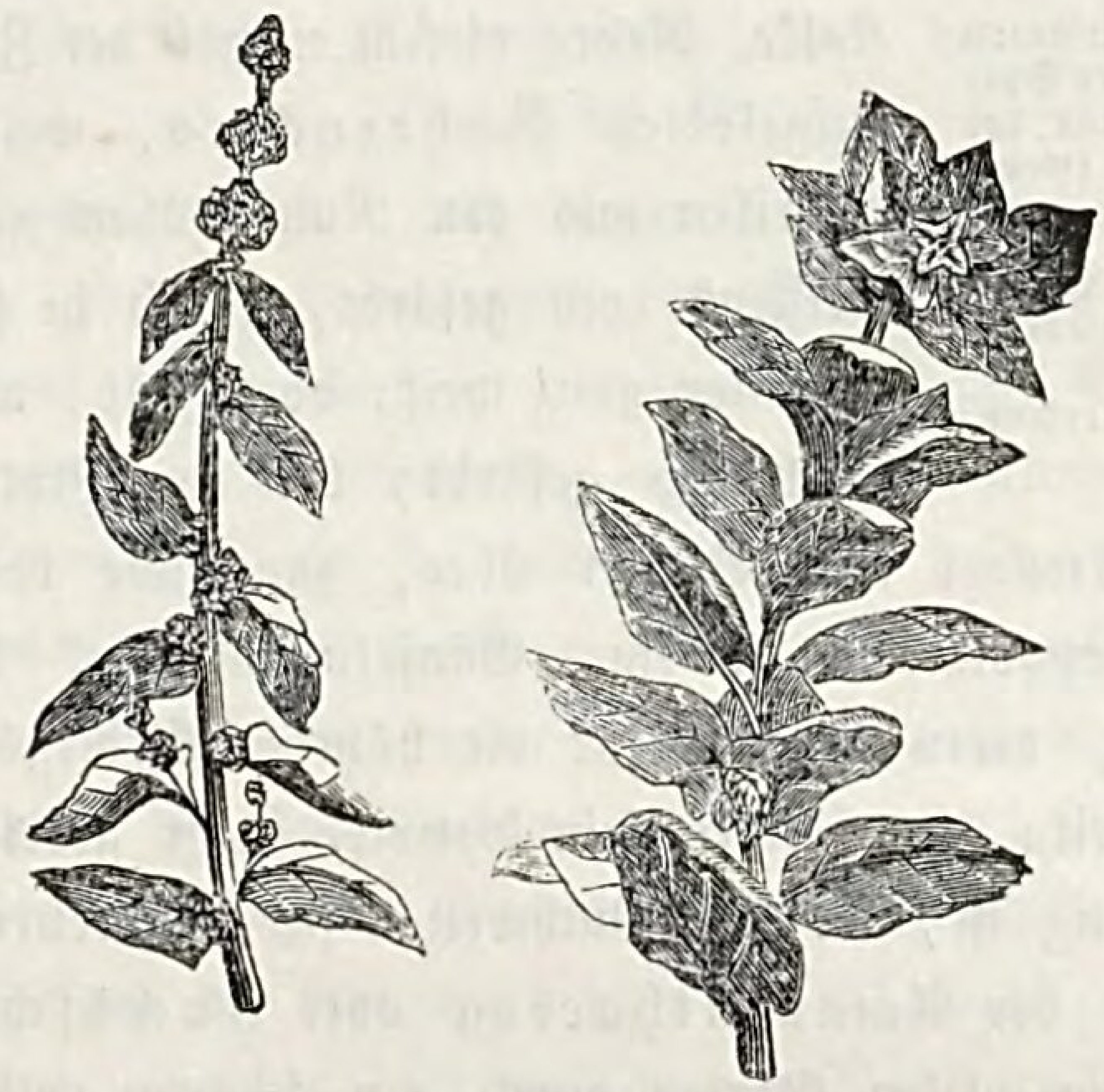

Fig. 422. Der Gemüsespinat (Spinacia oleracea).


Fig. 423. Diagramm einer Blüthe des grauen Gänsefußkrautes (Chenopodium album). *

* Fünf Kelchblätter; fünf Staubbeutel, in der Stellung den Kelchblättern entsprechend, weßhalb der Kronenquirl offenbar fehlt; ein Fruchtknoten.

Die Familie der Chenopodiaceen oder Melden (Chenopodiaceae), zu welchen die Geschlechter der Melden (Atriplex), der Gänsefußpflanzen (Chenopodium), der Mangolde (Beta), der Spinate (Fig. 422) und der Salzkräuter (Salsola) gehören, hat mit derjenigen der Polygoneen in der Tracht sehr große Aehnlichkeit. Die sehr unscheinbaren, aber in außerordentlich reichzähligen Blüthenständen vereinigten Blüthen bestehen nur aus einem drei- bis fünfzähligen Kelche, innerhalb dessen der Kronenquirl meistens ganz unentwickelt geblieben ist, und die fünf Staubfäden stehen daher scheinbar in den Achseln der Kelchblätter (Fig. 423). Beim Spinate springen dieselben in ähnlicher Weise elastisch auf, wie bei dem nesselartigen Wandkraute (Seite 899). Der Embryo des Samens ist, wie bei den Wunderblumen, gekrümmt. Die Mangolde zeichnen sich aus durch die ungeheure Entwicklung ihrer sogenannten Wurzeln, welche von verschiedenen Abarten derselben, der gemeinen Runkelrübe, der Blutrübe u. s. w. als Futter für Thiere und selbst als Speise der Menschen benutzt wird. Diese Wurzel ist wiederum ein rhizomartiger Stamm; derselbe treibt an seinem oberen Ende sehr zahlreiche Blätter, deren ältere Kreise durch die jüngeren immer mehr nach außen gedrängt werden. Bei der wilden Pflanze verdickt er sich nicht sehr beträchtlich, die cultivirte Art aber erzeugt sehr bedeutende Massen saftreichen Parenchyms, welches von den Gefäßbündeln der einzelnen Blätterkreise durchzogen und in concentrische Schichten abgetheilt ist. Die Gefäßbündel können daher hier nicht einen gemeinsamen, geschlossenen Holzring bilden, sondern erscheinen in einer großen Anzahl concentrischer Ringe und sehr zerstreut. Aus diesem Grunde eignen sich derartige „Rüben" in hohem Grade zu Untersuchungen der Gewebe, indem man hier mit Leichtigkeit Gefäße absondern kann, um sie allein zu betrachten (Fig. 424). In den Zellen sieht man

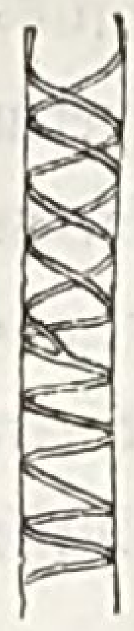


Fig. 424.

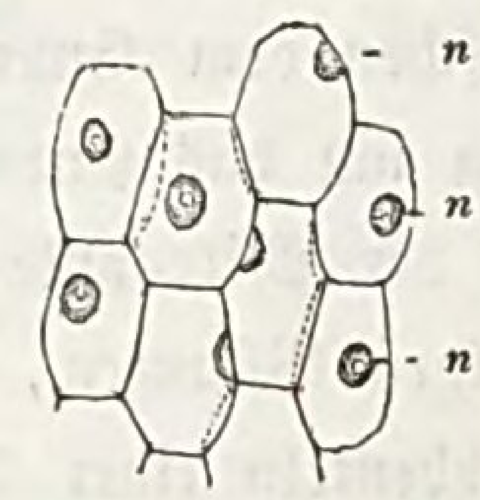


Fig. 425.

Fig. 424. Luftgefäß mit unten einfacher, oben doppelter Spiralleiste im Innern, aus der gemeinen Runkelrübe (Beta vulgaris).

Fig. 425. Zellen des Parenchyms der Runkelrübe mit deutlichen Cytoblasten, *n*, in welchen die Kernbläschen erkennbar sind.

oft ausgezeichnet deutlich die Cytoblasten, welche als ziemlich kugelig linsenförmige Körper mit noch kleineren Kernbläschen erscheinen (Fig. 425). Die Cytoblasten haben bei allen Dicotyledoneen gewöhnlich eine solche Form, während sie bei den Monocotyledoneen mehr eiförmig zu sein pflegen. — Auch Raphiden sind in den Zellen der Runkelrüben häufig (Fig. 255). Sie bestehen aus oxalsaurem Kalke. Neben diesem enthält der Zellensaft reichliche Mengen aufgelösten Rohrzuckers, welchen man in zahlreichen Fabriken aus den Runkelrüben gewinnt. Die Rüben sind meistens roth gefärbt, jedoch in sehr verschiedenem Grade, mitunter ganz weiß, oder gelb, mitunter schichtenweise abwechselnd gefärbt; bei der Blutrübe geht diese Färbung sogar auf die Stengel und Blätter über, ganz wie bei vielen Polygoneen. — Unter den Chenopodiaceen ist eine Gänsefußgattung, die Quinoa (Chenopodium quinoa), deren Samen für die höheren Gebirgsgegenden von Chili und Peru in Südamerika, in welchen kein Getreide mehr gedeihen will, als Mehlfrucht nicht minder wichtig ist, als der Buchweizen für Nordeuropa.

Die Familie der Amaranthaceen oder Fuchsschwanzgewächse (Amaranthaceae) ist in vielen Gärten durch den schönen rothen Fuchsschwanz (Amaranthus caudatus) vertreten. Die Blüthenbildung ist derjenigen der Chenopodiaceen sehr ähnlich, nur stehen unter jeder Blüthe noch einige Deckblätter; alle Blüthentheile sind „amaranthroth," sowie, freilich minder rein und schön, die Stengel und Blätter. Der aus gehäuften Rispen bestehende Blüthenstand dieser Pflanze ist wohl der blüthenreichste im Pflanzenreiche; die einzelnen Blüthchen sind dabei kaum erkennbar. Es gehören zu dieser Familie noch einige Gemüsepflanzen und Unkräuter, dann aber auch der herrliche Hahnenkamm (Celosia cristata), eine Zierpflanze aus China, deren Blüthenstand die ausgezeichnetsten hahnenkammförmigen Bandirungen der Axenorgane zeigt (Seite 779). Das Unterscheidungsmittel dieser Familie ist das Vorhandensein eines Mittelsäulchens im Fruchtknoten, an welchem sich mehrere Samenknospen befinden. Dasselbe ist auch der Fall bei dem neuseeländischen sogenannten „Spinate" (Fig. 426), welcher jetzt mitunter als Gemüse angebaut wird und welcher mit dem gemeinen Spinate so viele Aehnlichkeit besitzt, als mit den Fuchsschwänzen.



Fig. 426. Der neuseeländische Spinat (Tetragonia expansa).

Vierte Ordnung.

Die Seideln. Thymelææ.

Der gemeine Seidelbast oder Kellerhals (Daphne mezereum), nach welchem die Familie der Daphneen (Daphneae) benannt wird, ist ein in Europa sehr verbreitetes Gewächs, dessen Blüthen- und Fruchtbildung eins der vollkommensten Beispiele für die Ordnung der Seideln gewährt. Zu der nämlichen Ordnung gehört auch die Familie der Oleastern (Elaeagneae), die der Lorbeerpflanzen (Laurineae), der Proteaceen (Proteaceae), Aquilarineen (Aquilarineae) und Santalaceen (Santalaceae). Alle diese Pflanzenfamilien sind mit der vorhergenannten Ordnung in der Anordnung der Blüthentheile im Wesentlichen übereinstimmend, wenigstens bieten sie nur einzelne interessante Eigenthümlichkeiten dar. Ihre Samen sind aber ohne Endosperm und der Keimling ist in denselben nie gekrümmt. Die Laurineen zeichnen sich durch eine sehr sonderbare Bildung ihrer Antheren aus, welche nämlich nicht durch einen Längenriß aufspringen, sondern durch vier stark gekrümmte Bogenlinien, deren an jedem Staubbeutelfache zwei übereinander einen langen Lappen der Antherenwandung lostrennen, so daß vier Klappen entstehen (Fig. 427). — Die Stellung der Samenknospen im Fruchtknoten weicht bei fast allen Seideln von derjenigen der Spinatgewächse wesentlich ab; bald ist ein einziger Samenträger vorhanden, welcher entweder an die Wandung des Fruchtknotens angewachsen ist, so daß eine Samenknospe von dieser herabhangt (Daphneae), oder der Samenträger steht in der Mitte und trägt mehrere hangende Samenknospen (Laurineae und Santalaceae), oder es sind zwei Samenträger an die Wandung angewachsen und jeder trägt eine hangende Samenknospe (Aquilarineae); nur bei den Eläagneen ist eine gerade aufsteigende Samenknospe vorhanden. Die hangende Samenknospe hangt bei einigen an den zum Nabel verlängerten Knospengrund seitlich angewachsen, mit der Mikropyle nach oben (Fig. 428), bei andern ohne Verlängerung des Knospengrundes mit der Mikropyle nach unten. Daher ist später der Embryo im Samen mit dem Wurzelende seines Axenorgans bald nach oben, bald nach unten gerichtet.

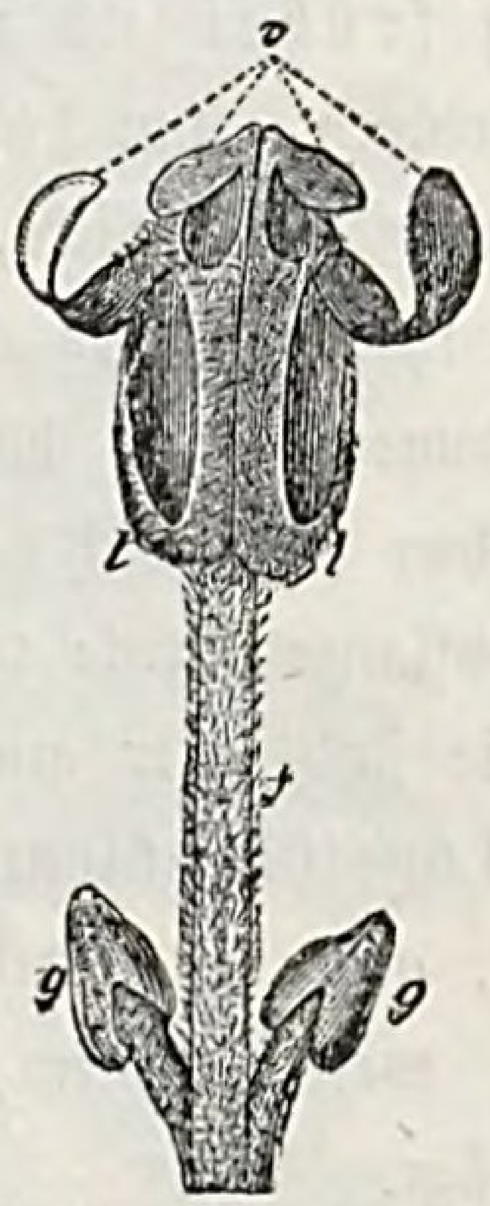


Fig 427. Vergrößerte Darstellung des Staubfadens einer Lorbeerart (Laurus persea), um die Art der Dehiscenz der Staubbeutel zu zeigen.*

* *f* Filament oder Träger; *ll* Antherenfächer; *v* die vier Klappen; *gg* zwei verkümmerte Staubfäden, welche als Nektarien erscheinen.

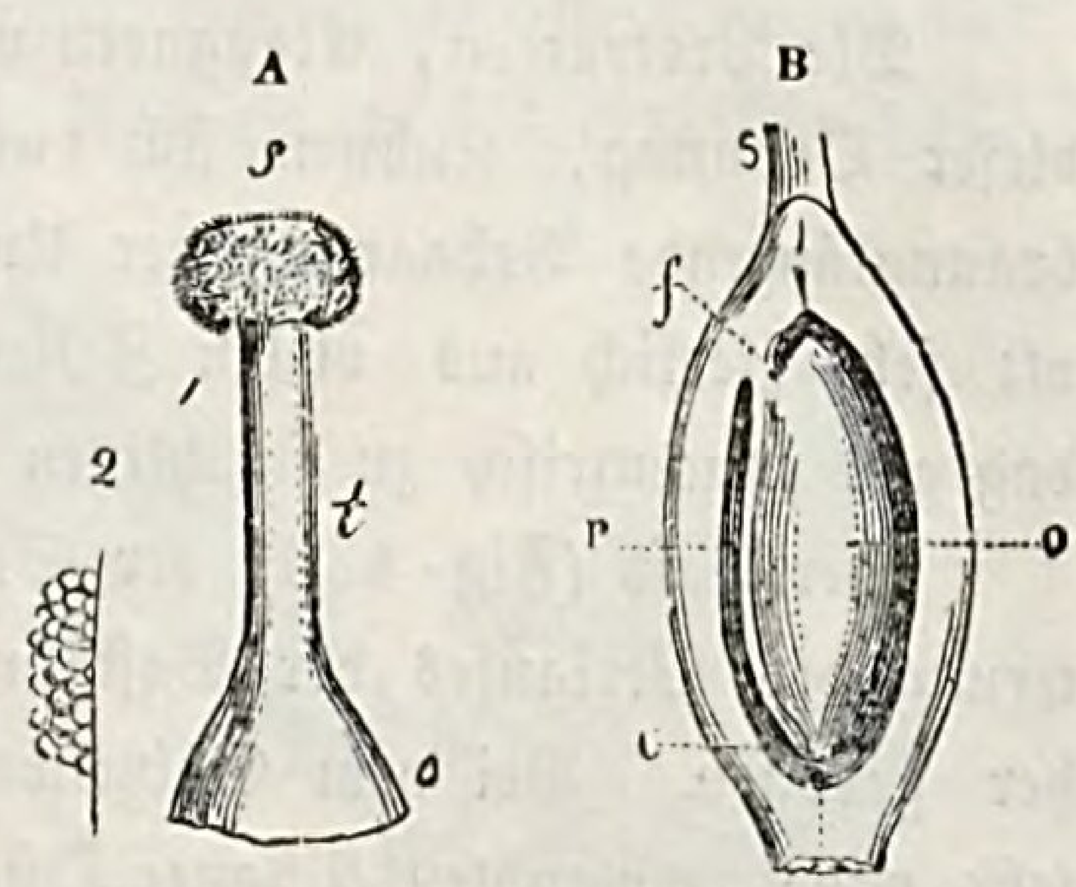


Fig. 428. Stempel der Daphneen. *

* A. 1 Der obere Theil des Fruchtknotens *o*, mit dem Griffel *t* und der kopfförmig kugeligen Narbe *s*. — 2 Einige Zellen der Narbenoberfläche, stärker vergrößert. Von dem Lorbeerseidelbast (Daphne laureola).

B Der Fruchtknoten des gemeinen Seidelbastes (Daphne mezereum), senkrecht durchschnitten; *s* Griffel; *f* Ursprungspunkt der Samenknospe; *r* Nabelstrang, an das Samenknöspchen *o* angewachsen; *c* Knospengrund, wo der Nabelstrang endigt.

Die Blüthen der Laurineen zeigen die auffallendsten Uebereinstimmungen mit denen der Polygoneen. Das Perigon besteht deutlich aus dreien Kelchblättern und dreien Kronenblättern, welche alle mit einander verwachsen sind. Die Staubfäden stehen in Gruppen, deren äußere

Glieder, welche die Staubbeutel nach innen kehren und ebendahin öffnen, allein völlig entwickelt zu sein pflegen, während die übrigen mehr oder weniger verkümmert sind, jedoch einige der inneren sich mitunter ausbilden und dann ihre Staubbeutel nach außen wenden und öffnen. Die Blüthen und Fruchtorgane des Zimmtbaumes mögen zur Erläuterung dieser Verhältnisse dienen (Fig. 429 — 433).



Fig 429. Eine Blüthe des Zimmtbaumes (Laurus s. Persea cinnamomum) vergrößert.

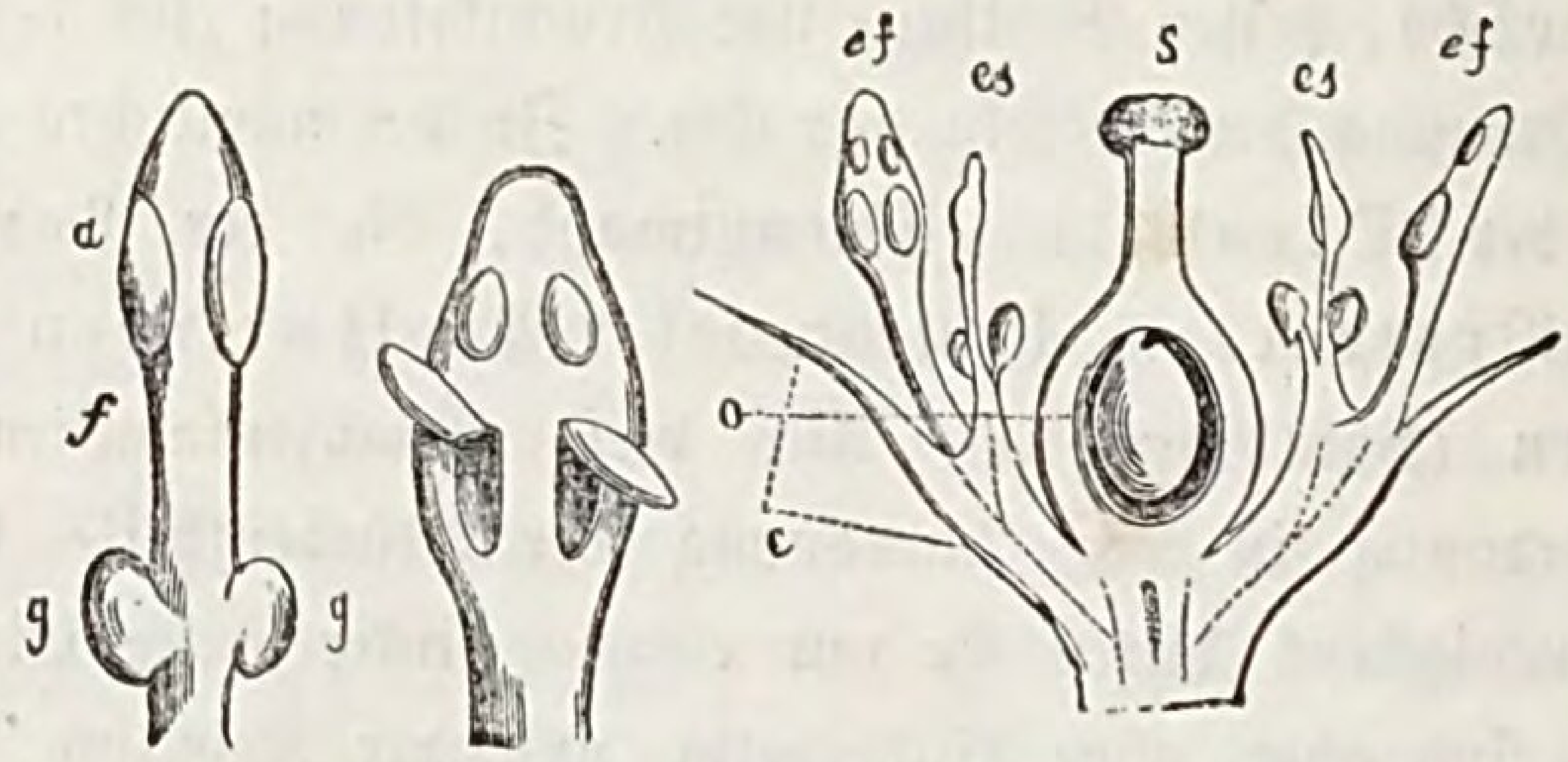


Fig. 430. Dieselbe, stärker vergrößert, senkrecht durchschnitten. *

* c Perigon; ef entwickelte Staubfäden mit vierklappigen Antheren; es unentwickelte Staubfäden und Nektarien; s Narbe; o Samenknospe, im Fruchtknoten hangend.

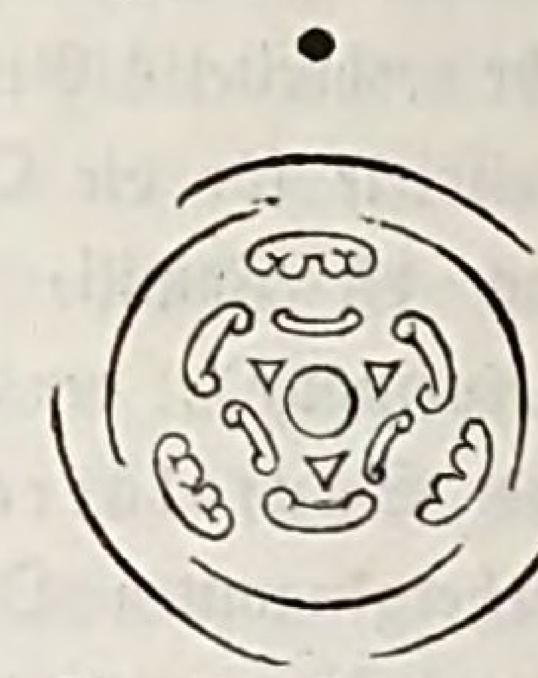


Fig. 431. Diagramm derselben Blüthe. *

* Drei Kelchblätter; drei Kronenblätter; unregelmäßige Gruppen von Staubfäden und Nektarien, auf drei verschobene Quirle zurückzuführen; ein centraler Fruchtknoten.

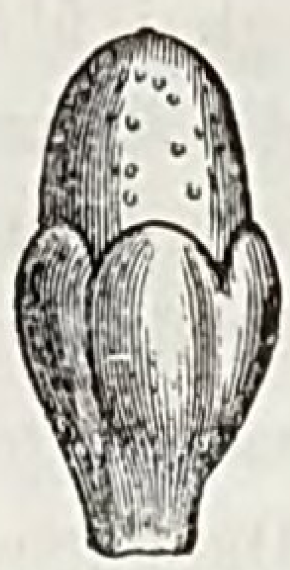


Fig. 432. Eine Frucht mit fleischig gewordenem Fruchtknoten, an welchem die Perigonblätter befestigt geblieben sind.

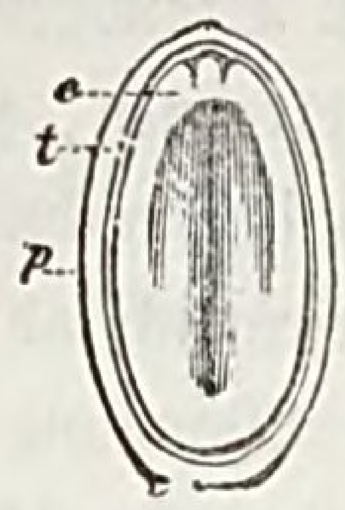


Fig. 433. Die Frucht ohne die Perigonblätter, senkrecht durchschnitten *

* p Karpellarhülle; t Samenschale; e Embryo, mit großen Cotyledonen und sehr kleinem, nach oben gerichteten Axenorgane.



Fig. 434. Aestiges Haar von der Blüthe einer Laurinee, dem Pichurim (Nectandra anomala), vergrößert.

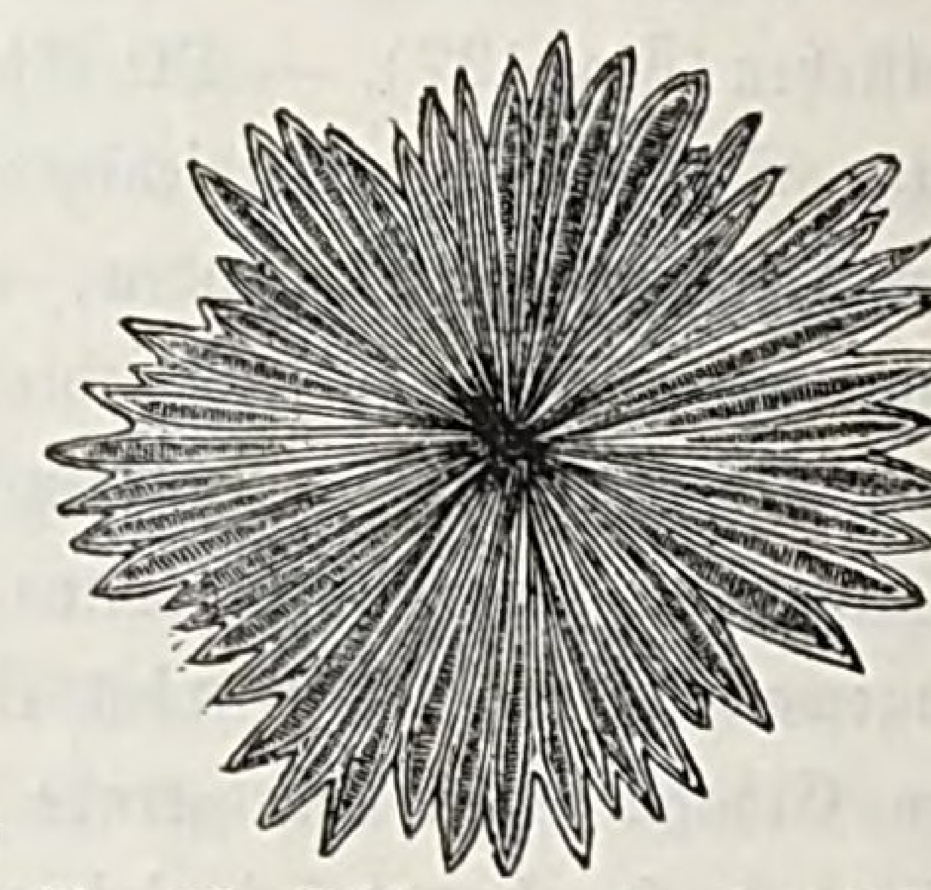


Fig 435. Schüppchen oder Haarschülferchen von dem Blatte einer Eläagnee des gemeinen Sanddornes (Hippophae rhamnoides), vergrößert.

Die Blüthen des gemeinen Seidelbastes sind eine der ersten Frühlingszierden unserer Wälder; sie erscheinen regelmäßig früher als das Laub dieser Pflanze.

Die Proteaceen, Eläagneen und Laurineen, zum Theil auch die andern Familien dieser Ordnung, zeichnen sich durch eine oft sehr dicke, filzartige und weiß= oder braunglänzende Behaarung der Unterseite ihrer Blätter aus. Diese Haare sind hier oft sehr zierlich aus vielen Zellen zusammengesetzt, bald ästig (Fig. 434), bald dagegen concentrisch zu strahligen Schildchen oder Schülfern vereinigt (Fig. 435).

Der Bast (Fig 436) der Seidelbastpflanze diente uns schon früher zur Erläuterung des Verlaufes der Bastbündel; sie sind hier ausgezeichnet maschig hin und her gebogen. Bei dem Spitzenbaume (Lagetta lintearia), einer dem Seidelbaste sehr nahe verwandten Pflanze Ostindiens, geht die Zartheit dieser Maschen so weit, daß man dünne Blätter solchen Bastes, welche feinem, weißen Mousselin ähneln, als Halskragen, Manschetten u. s. w. trägt.

Die Blätter und Früchte, die Rinde und das Holz der Seideln enthalten mancherlei ätherische Oele und andere Substanzen, welche dieselben theils zu wichtigen Arzneimitteln machen, theils zu den herrlichsten Gewürzen, theils zu gefährlichen Giften. Der gemeine Lorbeer (Laurus nobilis) ist wegen seiner immergrünen,

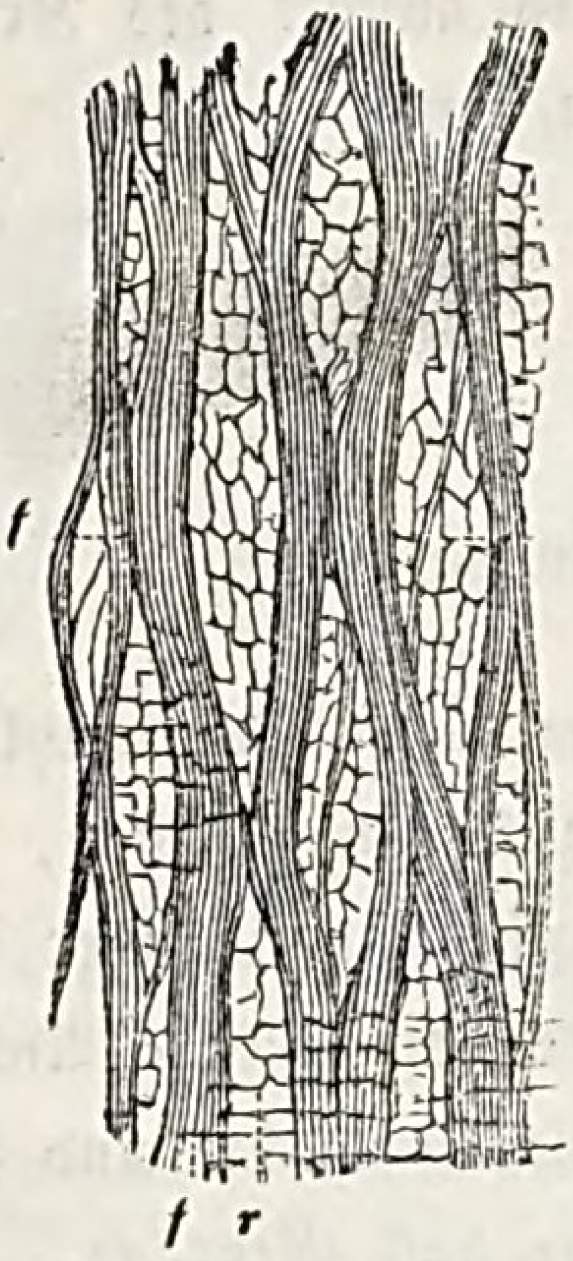


Fig. 436. Der Bast des Lorbeerseidelbastes (Daphne laureola), vergrößert. *

* f Bastbündel; r Markstrahlen.



Fig 437. Ein Zweig des ceylonischen Zimmtlorbeerbaumes (Laurus s. Persea cinnamomum), mit Blättern und Blüthen.

gewürzhaften Blätter und Früchte allgemein bekannt. Zu den Laurineen gehört der Zimmtbaum (Fig. 437) im südöstlichen Asien, dessen abgeschälte Rinde den beliebten Zimmt oder Kaneel bildet. Es gibt übrigens viele Arten ähnlicher Pflanzen, von denen die große Anzahl verschiedener Zimmtsorten gewonnen wird. Der Santelbaum (Santalum album) Ostindiens liefert das herrlich duftende gelbe Santelholz. Der Kamferlorbeer (Fig. 438) in Japan und China ist ganz durchdrungen von einem flüchtigen Oele, welches, theilweise verharzend, eine feste, aber dennoch sich verflüchtigende Masse, den bekannten Kamfer, bildet, welchen man aus ihm gewinnt, indem man das Holz destillirt. In Westindien ist eine Lorbeerart mit faustgroßen, birnförmigen Beeren einheimisch, welche dort als Obst unsere Birnen vertritt; man nennt die Früchte Alligatorbirnen (Fig. 439).



Fig. 438. Der Kamferbaum (Laurus s. Persea camfora).

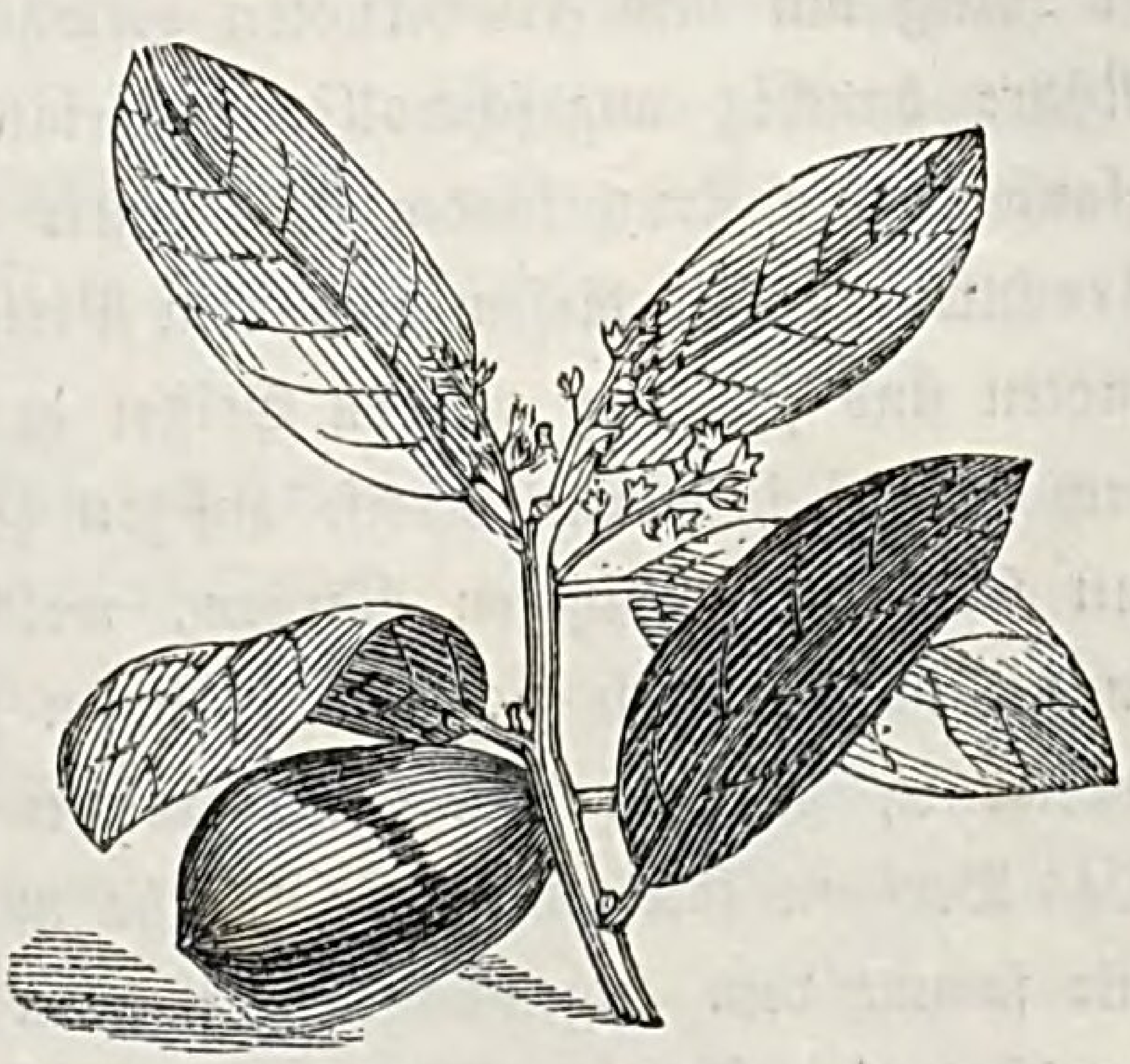


Fig. 439. Ein Zweig des Alligatorlorbeerbaumes (Persea gratissima s. Laurus persea) mit Blüthen, nebst einer Frucht

Das Holz dieser Pflanze ist so weich und porös, daß es anstatt des Korkes zu Flaschenstöpseln und ähnlichen Gegenständen benutzt werden kann.

Fünfte Ordnung.

Die Schlangenwurzgewächse. Serpentariæ.

So entschieden auch im Allgemeinen die Dicotyledoneen und Monocotyledoneen durch zahlreiche Eigenthümlichkeiten sich einander gegenüberzustellen scheinen, so gibt es doch Pflanzenformen, welche beide Klassen auf das Engste mit einander zu vereinigen scheinen. Wir haben bei den Embryonen mitunter die größte Anlage zu einer monocotyledonischen Bildung kennen gelernt. Die Spinatgewächse und Seideln tragen sehr häufig durch Dreizähligkeit ihrer Blüthenorgane das Gepräge, welches für gewöhnlich die Monocotyledoneen charakterisirt. Die Schlangenwurzgewächse ähneln in dieser Beziehung den letzteren noch weit entschiedener, und obendrein besitzen sie nicht die für die Dicotyledoneen so bezeichnende Anordnung der Faserbündel ihrer Axenorgane, so entschieden sie auch durch die Beschaffenheit ihrer Embryonen zu den Dicotyledoneen gestellt werden.

Die Familie der Osterluzeien oder Aristolochieen (Aristolochieae) ist in Deutschland durch die gemeine Osterluzeirebe, sowie durch die Haselwurz repräsentirt. Erstere wächst mit langgestreckten, aus unterirdischem Rhizome hervorsprossenden Zweigen sich windend auf dem Boden und zwischen niedrigen Sträuchern. Die Blätter sind herzförmig, ziemlich langgestielt; in ihren Achseln entspringen Zweige, deren jeder sich in eine Anzahl von Blüthenaxen verästelt. Die Blüthe ist eine trichterförmige, bei der großen aus Nordamerika stammenden und in unsern Gärten häufigen Art umgekrümmte Röhre, mit schiefem, zungenförmig vorgezogenem Rande (Fig. 440 und 441). Wegen dieser Form der Blüthe heißt die letztgenannte Art auch wohl der Pfeifenstrauch, denn die Röhre ähnelt an ihrem Blüthenstiele hangend einem Pfeifenkopfe. In der Knospenlage ist diese Röhre sechsfaltig so zusammengelegt, daß drei Falten nach außen, drei andere nach innen liegen, wodurch angedeutet wird, daß erstere dreien Kelchblättern, letztere dreien Kronenblättern entsprechen, welche in der Röhre vereinigt sind. Der unterste Theil des Trichters ist völlig mit dem Fruchtknoten verwachsen, und da unmittelbar über demselben die Röhre bauchig angeschwollen erscheint, so könnte man leicht verleitet werden, zu glauben, der Fruchtknoten stehe unter dem Perigon. Die Staubfäden sind um den Fruchtknoten mit diesem und dem Perigon verwachsen, aber selbst über dem Fruchtknoten sind sie ganz an den Griffel gewachsen, so daß die Antheren unmittelbar an dem Griffel in einem Kreise ansitzen (Fig. 442). Letzterer ist sehr dick und endigt mit sechs stumpfspitzigen Narben, welche sechs Karpellen entsprechen. Der Fruchtknoten ist äußerlich sechsrippig, innen sechsfächerig (Fig. 443). Jedem Fache entsprechend, steht an dem Mittelsäulchen eine Reihe von umgedrehten Samenknospen. Das Perigon fällt nach der Blüthe unmittelbar über dem Fruchtknoten ab; letzterer, mit sammt dem angewachsenen unteren Theile des Perigons, verwandelt sich in eine sechsfächerige Frucht (Fig. 444), in welcher die eckigen Samenkörner reihenweise stehen. In diesen entwickelt sich ein beträchtliches Endosperm und die äußere

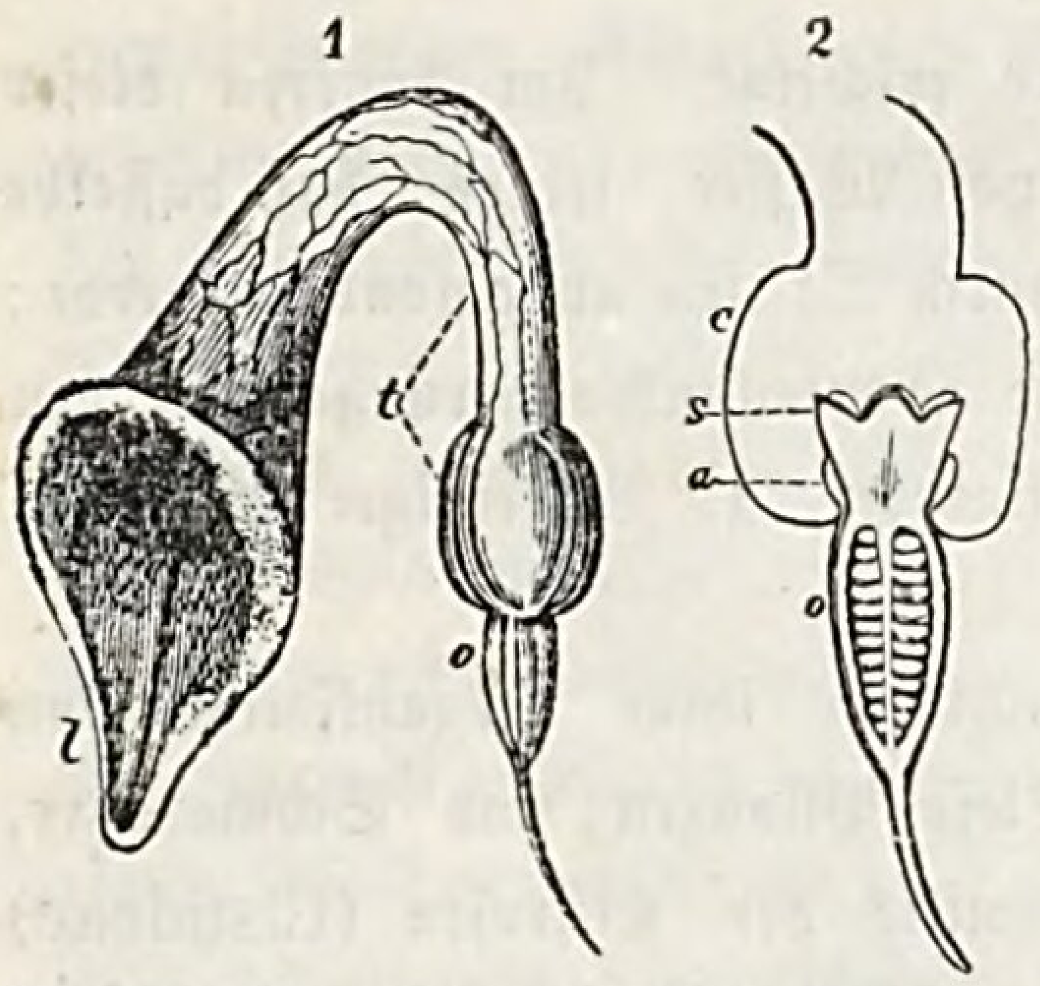


Fig. 440. Die Blüthe der pfeifentragenden Osterluzeirebe (Aristolochia sipho), doppelte Größe. *

* 1 Die ganze Blüthe; *o* Fruchtknoten mit dem Perigon überzogen; *t* unten angeschwollener, oben trichterröhrenförmiger Theil des Perigons; *l* schiefzungenförmiger Rand desselben. — 2 Der untere Theil der Blüthe, senkrecht geschnitten; *o* Fruchtknotentheil; *c* der aufgeblasene und dann wieder verengerte Theil des Perigons; *s* die sechsstrahlige Narbe des kurzen Griffelkörpers; *a* die angewachsenen Antheren.



Fig. 441. Diagramm der Osterluzeiblüthe. Drei Hauptfalten des Perigons, die Centralsäule mit sechs zu je zweien dreiseitig gestellten Antheren; ein sechsfächriger Fruchtknoten; ein Mittelsäulchen mit sechs Reihen von Samenknospen.

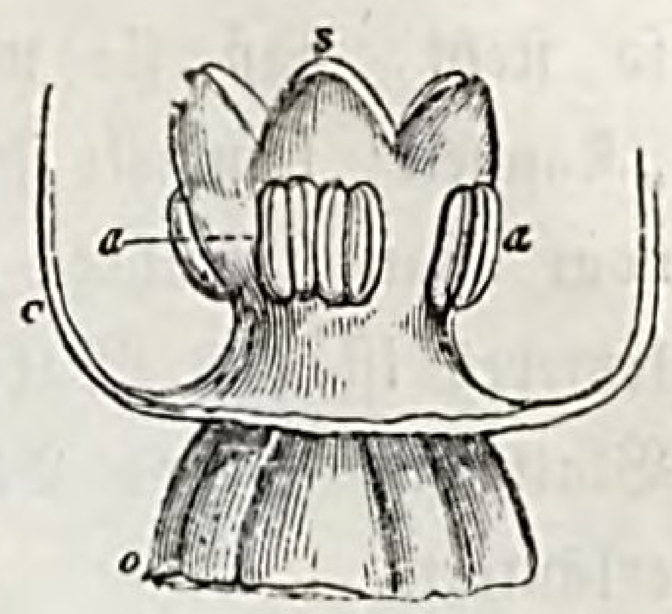


Fig. 442. Der Griffel der Osterluzeiblüthe, vergrößert. *

* *o* Oberster Theil des Fruchtknotens; *c* ein Theil des freien Perigons, aufgeschnitten; *s* sechsstrahlige Narbe; *aa* Antheren.

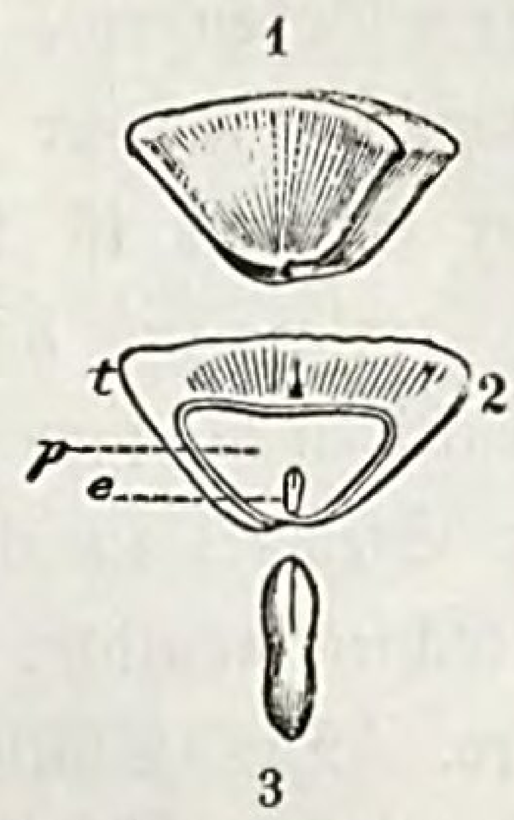


Fig. 445. Der Same der Osterluzeirebe, vergrößert. *

* 1 Ein Samenkorn von außen. 2 Dasselbe durchschnitten; *t* äußere Samendecke; *p* Endosperm; *e* Embryo. — 3 Der Embryo, stärker vergrößert.

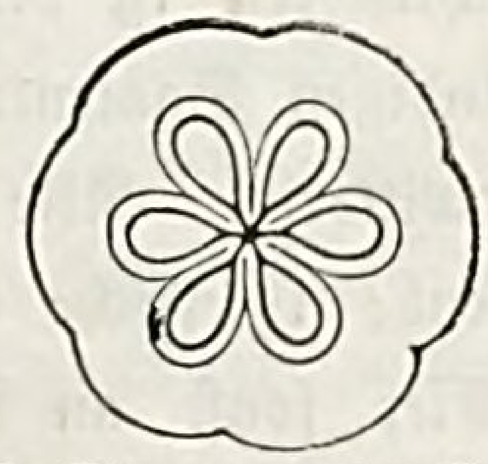


Fig. 443. Diagramm des Fruchtknotens, vergrößert, um die sechs Fächer und die sechs am Mittelsäulchen befestigten Samenknospenreihen zu zeigen.

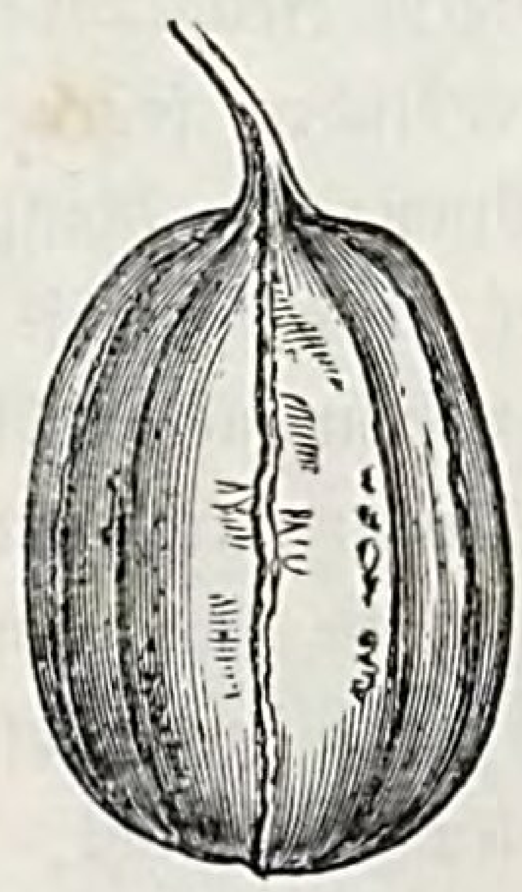


Fig. 444. Die Frucht der Osterluzeirebe, herabhangend, vergrößert.

Samendecke wird sehr dick (Fig. 445). Der Embryo ist sehr klein, aber die Länge seines Axenorganes, welche die der Cotyledonen fast um das Doppelte übertrifft, scheint schon auf die rebenartige Tracht der zukünftigen Pflanze hinzudeuten. Dasselbe richtet sein Wurzelende zum Befestigungspunkte des Samens, da durch die Drehung des letzteren die Mikropyle nahe neben diesem steht. — Einige sehr große lianenartige Aristolochieen aus der heißen Zone zieht man jetzt nicht selten als herrliche Schlinggewächse in Gärten und Treibhäusern. Eine amerikanische Art besitzt so große Blüthentrichter, daß dieselben den Kindern im Spiele als Mützen dienen. Manche Pflanzen derselben Familie sind wichtige Arzneigewächse; so die virginische Schlangenwurzel (Aristolochia serpentaria). — Die Haselwurz (Asarum europaeum) mit ihren kriechenden und Adventivwurzeln treibenden Stengeln, scheibenförmigen Blättern und zimmtbraunen, drei- bis vierzipfeligen Blüthenglöckchen findet man im ersten Frühlinge in allen unsern Wäldern.

Die Familie der Nepentheen oder Kannensträucher (Nepentheae) ist nur im tropischen Asien und auf Madagaskar einheimisch; die hieher gehörigen Pflanzen sind diklinisch, und in den männlichen Blüthen sind die Staubfäden alle zu einem säulenförmigen Körper vereinigt. Erwähnung verdient die sonderbarste aller Blattformen, welche der ceylonische Kannenstrauch (Nepenthes destillatoria) zeigt. Hier ist der Blattstiel unten ein lanzettförmiges Phyllodium, weiter oben eine gekrümmte Ranke, endlich ausgehöhlt, so daß er einen wunderlichen, tiefen, schlauchförmigen Becher bildet, an dessen Rande endlich die sehr kleine Blattspreite

so steht, daß sie wie ein Deckelchen des Bechers erscheint. Im Inneren dieser „Kannen" sammelt sich über Nacht stets eine Menge von Wasser, sei es, daß dasselbe vom Thau herrühre, oder daß es von der Pflanze durch Drüsen ausgesondert werde; letzteres ist das Wahrscheinlichere und durch ähnliche Tropfenaussonderungen an den Blatträndern und Blattspitzen mehrerer anderer Pflanzen, z. B. einiger Liliaceen, erläutert.

Die Familie der Cytineen (Cytineae) weicht in ihrer Organisation von allen andern Gewächsen höchst auffallend ab. Diese Pflanzen sind Schmarotzer, welche auf Wurzeln anderer Pflanzen aus der Familie der Cistrosen (Cistideae) wachsen und welche zum Theil weder eine erkennbare Stengelaxe, noch Laubblätter besitzen. Die Rafflesien, welche in Sumatra entdeckt sind, treiben unmittelbar aus dem Boden eine ungeheuer große Blume hervor, welche nur auf einem lockeren schwammigen Körper von pilzartigem Zellgewebe steht. Ein mit dicken Schuppen besetzter Stengel ist beim südeuropäischen sogenannten Hypocist (Cytinus hypocistis) einige Fuß hoch. Die Blume der Rafflesien besteht aus einem drei- bis sechsspaltigen Perigon und ist stets diklinisch; die Staubfäden sind um den verkümmerten Stempel zu einer Säule zusammengewachsen; der Fruchtknoten ist dem der Aristolochien ähnlich, aber vom Perigon frei und mit wandständigen Samenträgern versehen. Die Blüthen der Hypociste sind ähnlich, aber zwitterig. Alle diese Pflanzen haben die Lebensweise der Pilze, duften wie faulende thierische Stoffe und werden deßwegen von Insekten aufgesucht, welche ihre Eier sonst an Fleisch zu legen pflegen. Die Blume der Riesenrafflesia (Rafflesia Arnoldi), drei Fuß im Durchmesser und zehn Pfund schwer, ist die größte aller bekannten Blumen.

Die Familie der Kolbenträger (Balanophoreae) schließt sich an die Cytineen sehr innig an. Es gehört zu derselben der auf Malta wachsende rothe Hundskolben (Cynomorium coccineum), eine auf Myrthen- und Pistazienwurzeln schmarotzende Pflanze mit etwa ½ Fuß hohem, keulenförmigem Schwammkörper, welcher unterwärts mit ganz geringen Blattschuppen, oberwärts mit Blüthen besetzt ist und wegen der Aehnlichkeit mit einem Pilze auch wohl Malteserpilz (fungus melitensis) genannt wird.

Sechste Ordnung.

Die Kardenträger. Aggregosæ.

Karden nennt man jene stachligen Blüthenstände der Weberdisteln (Fig. 446), mit deren Hülfe die Tuchmacher die Wolle des gewobenen Tuches aufkratzen. Zahllose Blüthchen von sehr vollständiger Bildung stehen in diesen Blüthenständen um einen spindelförmigen Axenkörper, welcher theils aus der Fortsetzung des Zweiges, theils aber aus den, mit jener und unter sich zu einer Art von Spindel verwachsenen Stielchen der einzelnen Blüthen besteht. Von dieser Form der Karden finden wir alle Uebergangsformen einerseits zu einem scheibenförmig ausgebreiteten Blüthenstande, innerhalb dessen die gemeinsame Hauptaxe sich gar nicht verlängert hat, während zahlreiche, fast genau auf gleicher Höhe entspringende Blüthenstielchen zu einem

kuchenförmigen Körper verwachsen sind, wie dieses bei der allgemein bekannten Sonnenblume der Fall ist; andererseits zu einem ährenförmigen Blüthenstande, dessen Hauptaxe verhältnißmäßig sehr verlängert ist, während die einzelnen Blüthen auf kurzen, aber nicht mit einander verwachsenen Stielchen um dieselbe geordnet sind, wie man dieses bei den Wegerichen finden kann. Ferner sind einerseits die Stiele der einzelnen Blüthen so innig mit einander verschmolzen, daß sie eine gemeinsame fleischige Masse ausmachen, wie bei der Artischoke, von welcher gerade dieser Theil gegessen zu werden pflegt; während andererseits die einzelnen Blüthenstielchen völlig getrennt bleiben, so daß der ganze Blüthenstand einem Doldenbüschel sehr ähnlich ist, wie bei dem Baldrian. Alle diese verschiedenen Formen des Blüthenstandes kommen, bald mehr dem einen, bald mehr dem andern Extreme sich nähernd, immer aber mit dem Blüthenstande der Karden leicht vergleichbar, bei einer Anzahl von Pflanzenfamilien vor, welche durch vielfache Aehnlichkeit in ihrer Organisation die größte Verwandtschaft zeigen, und welche daher unter dem Namen der Kardenträger in eine Ordnung zusammengefaßt werden können. Es sind dieses die Familien der Baldriane, der Kugelblüthler, der Grasnelken, der Wegeriche, der Weberdisteln, der Cichorien, der Disteln und der Astern.



Fig. 446. Die Kardendistel (Dipsacus fullonum) mit ihren Blüthenständen (Karden).

Die Familie der Baldriane (Valerianeae) enthält theils einjährige Kräuter, wie die Valerianella (Valerianella olitoria), deren Blättchen im Frühlinge als Rapünzel- oder Nüßlisalat genossen werden, theils solche mit ausdauerndem, wurzelähnlichem Stamme, wie der gebräuchliche Baldrian (Valeriana officinalis), dessen Wurzel als ein wichtiges Arzneimittel bekannt ist. Die Blüthen dieser Pflanzen sind deutlich gestielt und in doldenähnlichen Büscheln zusammengestellt; durch ihren Blüthenstand sind daher die Valerianeen am wenigsten den übrigen Kardenträgern ähnlich. Aber die einzelnen Blüthen bieten größere Uebereinstimmung dar. Die Kelchblätter sind mit den Fruchtknoten und dem unteren Theile der Kronenblätter und der Staubfäden völlig verwachsen, endigen jedoch in einen Saum von grannenartigen Spitzchen oder weichflaumigen Härchen. Die Kronenblätter ragen über den Kelchrand und den Fruchtknoten hervor, und es scheint auf den äußern Anblick die

trichterförmige Röhre mit fünflappigem Saume, zu welcher diese Blätter vereinigt sind, mit sammt dem Kelchsaume und den Staubfäden auf dem Gipfel des Fruchtknotens zu entspringen. Wenn später die Krone ganz abfällt, so trägt die Frucht noch den Haarspitzensaum des Kelches wie einen Kranz. Man nennt einen solchen Saum einen Pappus. Der Fruchtknoten, ursprünglich meistens dreifächerig mit einem langen, in drei Narben auslaufenden Griffel, wird nach der Blüthezeit gewöhnlich einfächerig. Ebenso ist die Zahl der Staubfäden von fünf, welche selten vorkommen, oft bis auf einen einzigen beschränkt; auch die Kronenblätter sind nicht immer fünf, sondern häufig nur drei. Bisweilen sind die Blüthen sogar durch Fehlschlagen eingeschlechtig. Ja, der kleine Baldrian ist wirklich fast diöcisch, indem auf manchen Pflanzen nur weibliche, dabei auffallend kleine Blüthen, nie dagegen nur männliche, gefunden werden. In jedem Fruchtknotenfache befindet sich ein einziges hangendes Samenknöspchen, welches später vom Embryo ganz erfüllt ist und kein Endosperm enthält. Die meisten Pflanzen dieser Familie haben fiederig lappige Blätter (Fig. 447), deren Saum sich bis an den Stengel erstreckt und wohl selbst noch an diesem hinabzieht.



Fig. 447. Ein Blatt des kleinen Baldrian (Valeriana dioica).

Die Familie der Kugelblüthler oder Globularieen (Globularieae) enthält wenig wichtige Kräuter und Sträucher, deren Blüthen in kugelförmigen Büschelchen, sogenannten „Köpfchen," auf einer Blüthenstandsaxe zusammenstehen. Aehnlich ist der Blüthenstand der Grasnelkengewächse (Plumbaginea), von welchen die nach ihren schmalen und einigermaßen grasähnlichen Blättern benannten Grasnelken oder Strandnelken in den Rabatteneinfassungen vieler Gärten ein Beispiel geben. Bei diesen entspringen die einzelnen Blüthenstielchen scheinbar alle aus dem Endpunkte der Blüthenstandsaxe, jedoch stehen dieselben in den Achseln häutiger, spreuartiger, schuppenförmiger Deckblättchen, welche freilich sehr nahezu auf gleicher Höhe auf der Axe eingefügt, aber dennoch so wenig als absolut gleich hoch entspringend anzusehen sind, als die Blattorgane einer Blume selbst. Wirklich bilden sie eine blumenartige Hülle unter dem Blüthenköpfchen. Die Familie der Wegeriche oder Plantagineen (Plantagineæ) zeigt in ihren Blüthenständen alle Uebergangsformen von einem kugeligen und eiförmigen Köpfchen zu einer langgestreckten Aehre, an welcher die Blüthen fast ohne Stielchen stehen, so daß diese erst bei der Samenreife dem Auge bemerkbar werden. Die gemeinen Wegeriche oder Wegetritte (Plantago) auf Wiesen und an Wegen sind Beispiele dieser Familie, welche man sich leicht zu näherer Untersuchung verschaffen kann. Nur lasse man sich nicht durch die sehr langen Staubfäden, welche die viel kürzeren und zurückgeschlagenen spreuartigen Kronenblättchen dem Auge ganz entrücken und die Aehre einer Flaschenbürste ähnlich erscheinen lassen, verleiten, den ganzen Blüthenstand für eine gemeinsame Blüthe zu halten. Nur vier der Staubfäden gehören zu einer Blüthe. Der einfach fadenförmige Griffel trägt die Narbe nicht bloß an der Spitze, sondern die drüsigen Zellen, welche mit dem leitenden Gewebe im Innern des Griffels in Verbindung stehen, ziehen sich in zweien Linien fast an der ganzen Länge des Griffels hinab bis in die Nähe des Fruchtknotens (Fig. 448).

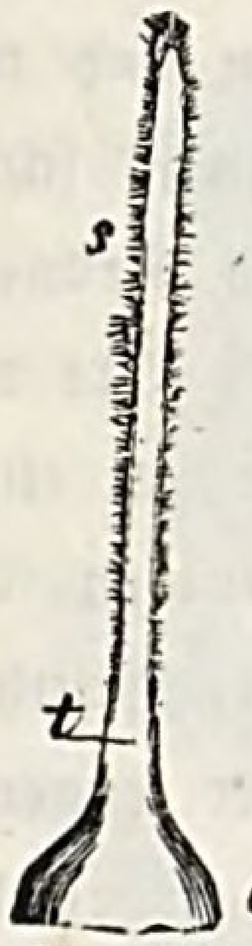


Fig. 448. Vergrößerte Darstellung des Griffels einer Wegetrittpflanze (Plantago saxatilis). *

* o Oberer Theil des Fruchtknotens; t Griffel; s zweiseitig linienförmige Narbe.



Fig. 449. Kardenförmiger Blüthenkopf der schwarzrothen Gartenskabiose (Scabiosa atropurpurea). Man sieht, daß die mehr gegen den Gipfel hin stehenden Blüthen immer weniger entwickelt sind.

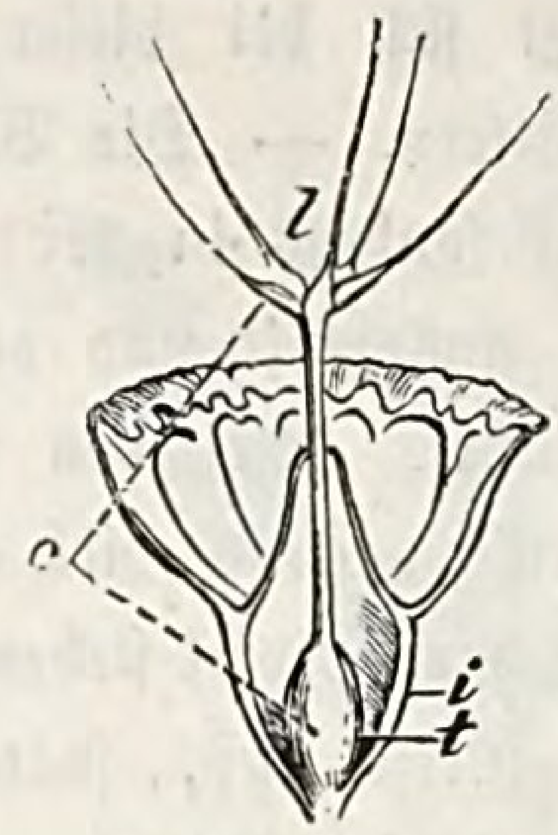


Fig. 450. Vergrößerte Darstellung des Kelches der schwarzrothen Gartenskabiose. *

* i Die äußere, im oberen Theile doppelte Hülle, senkrecht aufgeschnitten; c Kelch; t der Theil, in welchem sich der Fruchtknoten befindet; l Grannenkrone.

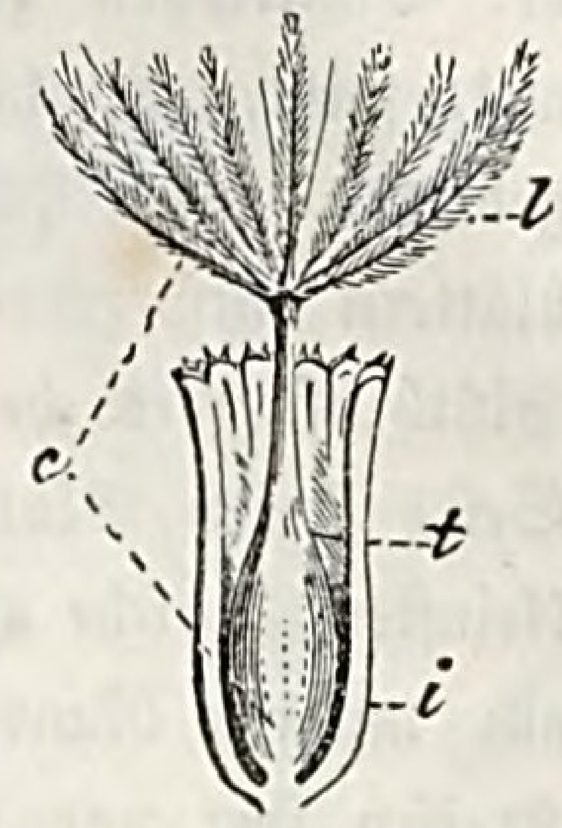


Fig. 451. Vergrößerte Darstellung des Kelches einer skabiosenartigen Pflanze (Pterocephalus palestinus). *

* Bedeutung der Buchstaben wie bei der vorigen Figur; l Federkrone.

Die Familie der Weberdisteln oder Dipsaceen (Dipsaceae) enthält außer den Kardendisteln (Fig. 446) besonders auch noch die Skabiosen (Fig. 449), deren manche Arten in Gärten als beliebte Zierpflanzen bekannt, andere als Feldblumen zwischen dem Getreide häufig sind. Alle diese Pflanzen haben, wie die Valerianeen, einen dem Fruchtknoten angewachsenen Kelch mit einem Pappus, dessen einzelne Grannen mitunter federartig bebärtelt sind und so eine Federkrone darstellen. Man sieht hier deutlich in der Vergleichung verschiedener Pflanzen dieser Familie, daß es die fünf Kelchblätter sind, deren Mittelrippen sich bei sehr geringer Entwicklung des Saumes zu Grannen verlängert haben (Fig. 450); ja nicht selten sind jedem Kelchblatte entsprechend mehrere Grannen vorhanden und es haben sich in diesem Falle anstatt einer einzelnen Mittelrippe mehrere Nebenrippen in Grannen verwandelt, als deren Seitenrippchen man die Bärtchen betrachten kann (Fig. 451). Die Grannen- oder Federkrone erscheint oft langgestielt, indem der Kelch oberhalb des Fruchtknotens sich verengt und röhrenartig verlängert. Jede Blüthe der Dipsaceen hat außer dem angewachsenen Kelche gleichsam noch einen zweiten Kelch, nämlich eine mehr oder weniger glockenförmige, bisweilen im oberen Theile sogar doppelte Hülle, aus vereinigten Hüllblättchen gebildet. Auch diese Hülle läuft an ihrem Rande oft in Spitzchen aus. Sowohl der eigentliche Kelch mit seinem Pappus bleibt an der Frucht stehen, als auch die letztgenannte Hülle, welche die Frucht ganz umschließt und aus welcher der Pappus hervorragt. Die Blüthenstielchen sind zwar ganz mit der Blüthenstandsaxe in eine Masse vereinigt, dennoch aber sind unter denselben Deckblättchen und rings um dieselben Blätterhüllen entwickelt, aber alle diese scheinen, der Verwachsung wegen, unmittelbar aus der Blüthenstandsaxe zu entspringen. Nach Hinwegnahme aller Blüthen ist diese letztere von den spreuartigen Deck- und Hüllblättchen mit sehr zahlreichen engen Zellen besetzt. Diese Spreublättchen sind bei den Weberdisteln sehr lang, steif und hakig zurückgekrümmt, und sie sind es, welche diese „Karden" zum Kratzen (Kardätschen) des Tuches brauchbar machen. Unter jedem Blüthenstande steht eine große Anzahl von grünen Deckblättern, welche bei den Weberdisteln in viele Dornen und Spitzen, bei den Skabiosen dagegen in weichere Blattläppchen auslaufen. Die Neigung zu vorherrschender Ausbildung

der Blattrippen zeigt sich bei dieser Familie außerdem in fiederspaltigen und tief ausgespitzten Laubblättern. — Die Blüthen der Dipsaceen sind meistens etwas schief gebildet, was sich besonders in der Ungleichheit der Lappen, welche den Kronenblättern entsprechen, ausdrückt und von der Stellung der Blüthen an der Axe des Blüthenstandes herrührt. Bei den Skabiosen sind die untersten, daher an einer Seite freien Blüthen meistens viel größer, als alle übrigen, und diejenigen am kleinsten, welche auf dem Gipfel stehen. Bei demselben Geschlechte blühen die Blüthen am unteren Rande zuerst auf, später schreitet das Aufblühen in immer engeren Kreisen fort und endigt im Mittelpunkte auf dem Gipfel. Ganz anders ist es bei den Weberdisteln. Hier brechen die in der Mitte stehenden Blüthen allemal zuerst auf, und später folgen zunächst einige andere scheinbar unregelmäßig in mehreren Gruppen zerstreut. Wenn alle Blüthenstielchen, welche in der Axenspindel des Blüthenstandes verschmolzen sind, unmittelbar aus der nämlichen Blüthenstandsaxe entsprungen wären, so müßten die am unteren Rande stehenden Blüthen, welche somit eine tiefere Stellung haben und älter sein würden, zuerst aufblühen, die gipfelständigen, als die obersten und jüngsten, aber zuletzt. Eine solche centripetale Reihenfolge des Aufblühens bestätigt sich bei allen Pflanzen, bei welchen eine Anordnung der Blüthen, wie die so eben vorausgesetzte, stattfindet. Die Skabiosen sind ein deutliches Beispiel davon (Fig. 449). Die hier vorliegende gegentheilige Erscheinung, welche man das centrifugale Aufblühen nennt, scheint nur dadurch erklärt werden zu können, daß die Stielchen der zuerst aufblühenden Blumen unmittelbar aus der Hauptaxe des Blüthenstandes entspringen, während die der später aufblühenden aus den tiefer stehenden und somit älteren Seitenaxen nicht unmittelbar, sondern durch Vermittlung mehrerer Axen zweiten, dritten, vierten u. s. w. Grades entsprungen und somit in der That jünger berechtigt seien, als die gipfelständigen Blüthen. Eine dieser Erklärung ganz entsprechende Verästelung der Gefäßbündel, welche allein in der gemeinsamen Axenspindel noch die einzelnen Verzweigungen des Blüthenstandes und die Blüthenstielchen andeuten, ist indessen noch keineswegs nachgewiesen, und es finden sich einige, wenn auch seltene Beispiele der wunderlichsten Unregelmäßigkeiten des Aufblühens bei Blüthenständen mit deutlich entwickelten Verzweigungen und Blüthenstielen, welche eine ähnliche Erklärung nicht zulassen und welche zu beweisen scheinen, daß die Inflorescenz, d. h. die Reihenfolge des Aufblühens der Blüthen, nicht immer einfach dem Grade der unmittelbar die Blüthen tragenden Axen, sondern anderen inneren, uns noch ganz unbekannten Ursachen folge. Wichtig ist indessen, zu wissen, daß die Inflorescenz bei jeder Pflanzengattung stets eine ganz bestimmte ist.

Die drei Familien der Astergewächse oder Corymbiferen (Corymbiferae), die der Disteln oder Artischokengewächse (Cynarocephalae) und die der Cichoriengewächse (Cichoraceae), welche zusammen etwa zehntausend Pflanzengattungen umfassen, bilden eine große Gruppe, deren Eintheilung auf die mannigfaltigste Weise möglich ist, welche aber so innige Verwandtschaft verräth, daß wir sie von vornherein gemeinsam betrachten können. Man pflegt alle drei Familien wohl unter dem Namen der Pflanzen mit zusammengesetzten Blumen oder Compositen (Compositae) zusammenzufassen. In der That ist bei ihnen die Vereinigung vieler Blüthen in einen Blüthenstand, welche auf den ersten Blick die



Fig. 452. Die Kardonenartischoke (Cynara cardunculus).



Fig. 453. Die Skorzonere (Scorzonera hispanica).

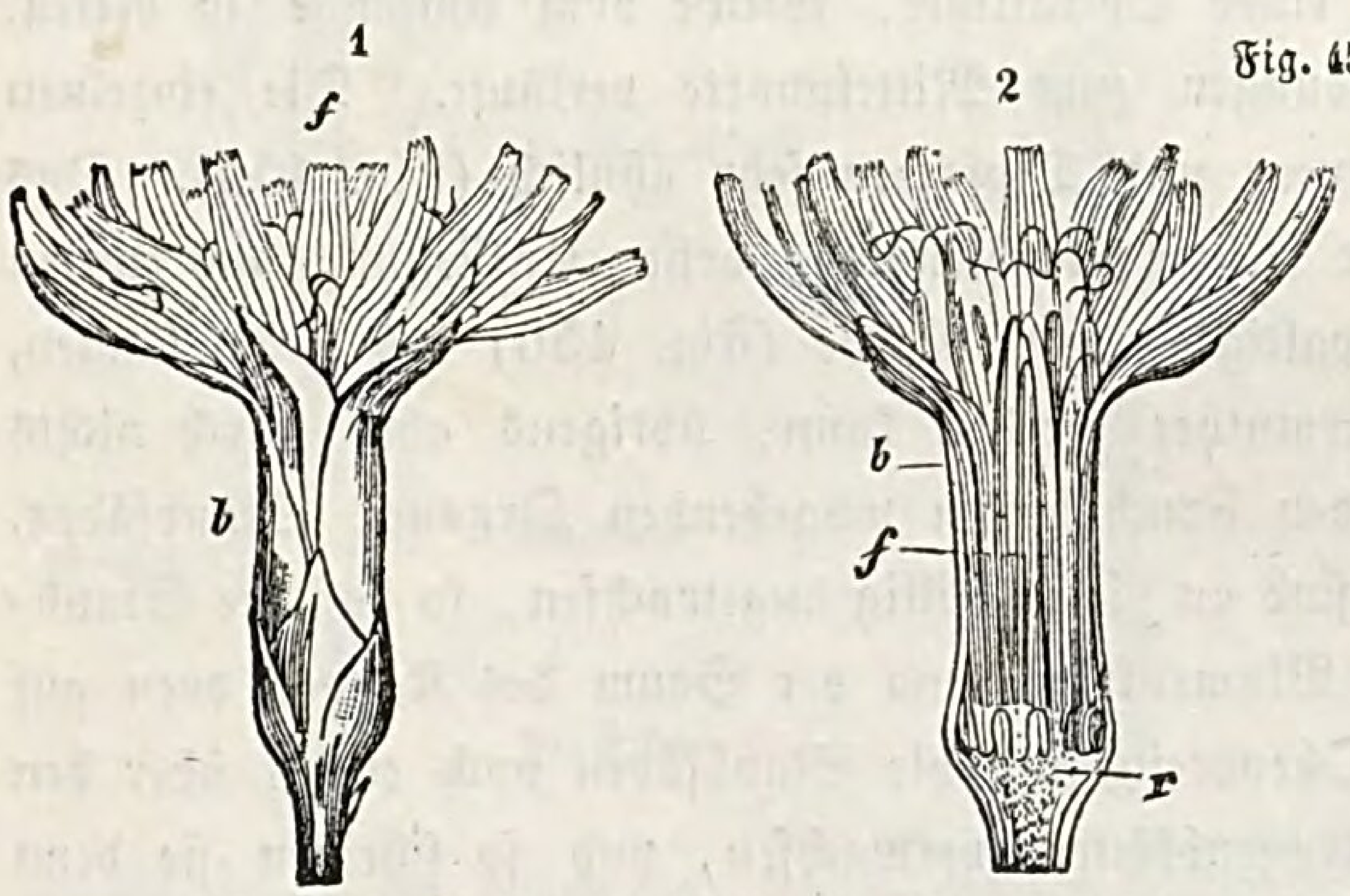


Fig. 454. Ein Blüthenkörbchen der Skorzonere.*

* 1 Der Blüthenstand von außen. — 2 Derselbe, senkrecht durchschnitten; f Blüthen; b Deckblättchen; r Blüthenboden.

innigste Gemeinsamkeit verräth, so allgemein und so innig, daß alle Menschen, welche nicht in botanischen Begriffen geübt sind, diese ganzen Blüthenstände für einzelne Blumen ansehen. Die Asterblume, die Sonnenblume, die Kamillenblume, die Ringelblume, die Georginen- oder Dahlienblume, die Distelblume, die Artischokenblume (Fig. 452), die Blume der Cichorie oder blauen Wegwarte, die der Schwarzwurz oder Skorzonere (Fig. 453), die Löwenzahn- oder Butterblume — alle diese so allgemein bekannten Blumen sind nicht einzelne Blüthen, sondern Blüthenstände, bestehend aus mehreren, meistens außerordentlich vielen und oft sehr kleinen Blüthen, deren Stiele zu einem kegelförmigen Zapfen oder zu einer kuchenförmigen Scheibe, oder zu einer flach vertieft napfförmigen Schüssel vereinigt sind. Dieser gemeinsame Körper heißt allemal die Blüthenscheibe oder der Blüthenboden. Jedes Blüthenstielchen hat sein Deckblättchen, in dessen Achsel es steht; die inneren kann man nicht nachweisen, da sie natürlich mit in den Blüthenboden verwachsen mußten; allein eine große Menge derselben umgibt, sich unter einander dachziegelförmig deckend, den Blüthenstand als eine Hülle, welche mitunter mit einem Körbchen, in welchem die einzelnen Blüthen ständen, einige Aehnlichkeit hat, so daß sich der Name eines Blüthenkörbchens (Fig. 454), welchen man diesen Blüthenständen gegeben hat, rechtfertigt. Die Hülle, auch wohl der Hüllkelch genannt, ist meistens grün; jedoch gibt es auch Gattungen, bei welchen dieselbe roth oder gelb gefärbt ist, und bei den Strohblumen (Helichrysum bracteatum), den Immortellen (Gnaphalium luteum) und den Papierblumen

*

(Xeranthemum annuum) sind es diese farbigen, spreuartig trockenen und daher „unsterblichen" Hüllblätter, welche man gewöhnlich für die „Blume" zu halten pflegt. Der Blüthenboden ist entweder, nachdem man die Blüthen entfernt hat, nackt, d. h. mit nackten Wärzchen, auf welchen die einzelnen Blüthen standen, regelmäßig besetzt, oder jedes solches Wärzchen ist von Hüllblättchen umgeben, welche noch innerhalb des Blüthenbodens aus dem Blüthenstielchen entsprungen und daher mit ihrem unteren Theile ebenfalls mit in diesen verwachsen sind, so daß nur ihre Spitzen hervorragen. Man nennt einen solchen Blüthenboden, wie er bei der Sonnenblume (Helianthus annuus) so ausgezeichnet und jedem Kinde bekannt ist, spreublätterig; derselbe sieht gleichsam bienenzellig aus. Mitunter sind statt der Spreublättchen Büschelchen von Haaren vorhanden, so daß der Blüthenboden behaart erscheint. Die in ein umgekrümmtes Häkchen endigenden Spreublättchen der Klette (Arctium lappa) sind die Ursache des außerordentlichen Festhaftens der Blüthenköpfchen dieser Pflanze an allen behaarten Gegenständen. Die Regelmäßigkeit aller Blüthenstände der Compositen ist vollkommen; mit Leichtigkeit erkennt man die Anordnung aller Blüthen auf einer Spirallinie, welche vom Umfange in vielen, allmählig immer engeren Wendungen zum Mittelpunkte verläuft. Die einzelnen Blüthen sind denen der Valerianeen und Dipsaceen sehr ähnlich (Fig. 455). Das Mittelorgan ist ein meistens sehr kleiner Fruchtknoten, dessen Entstehung aus zweien Karpellen hier aus der Zwiespaltigkeit der Narbe (Fig. 456) des sehr langen, fadenförmigen Griffels wohl vermuthet werden kann, übrigens aber durch nichts anderes verrathen wird. Alle den Fruchtknoten umgebenden Organe, Staubfäden, Kronenblätter und Kelchblätter, sind an diesen völlig angewachsen, so daß die Staubfäden, die trichterröhrenförmige Blumenkrone und der Saum des Kelches oben auf demselben zu stehen scheinen. Obendrein sind die Staubfäden noch etwas über den Fruchtknoten hinaus mit den Kronenblättern verwachsen, und so scheinen sie denn an der inneren Seite der Trichterröhre zu stehen; ihre Antheren, welche, denen der Gramineen ähnlich, sehr lang und schmal sind, hangen in Folge der engen Lage, in welcher sie sich entwickeln mußten, mit ihren Rändern alle zusammen und bilden so eine Röhre um den Griffel, während ihre Filamente frei sind. Sie stellen (Fig. 461) eine Art von Fischreuße dar, und da der in der Knospe sehr kurze Griffel erst bei der Oeffnung der Blüthe sich verlängert, so ist derselbe gezwungen, sich dabei durch den von den Antheren gebildeten Reußenhals hindurch zu schieben, wobei dann der Pollen aus den zu gleicher Zeit dehiscirenden Antheren so sicher auf die Narbe gelangt, daß ein Fehlschlagen der Befruchtung bei diesen Pflanzen kaum vorkommen kann. Der Griffel kommt stets bedeckt mit einem ganzen Ballen von Blüthenstaub, dessen Zellen hier oft die zierlichsten vielflächigen Gestalten haben (Fig. 457), zum Vorschein; er verlängert sich darauf meistens noch sehr stark, wobei die Narben sich oft nach außen umrollen. Die Blumenkrone ist bald sehr regelmäßig röhren= oder trichterförmig mit fünfspaltigem Saume (Fig. 458), bald ist die Röhre mehr oder weniger schief und so einseitig gespalten, daß alle fünf Blättchen als ein einseitiges zungen= oder bandförmiges Blättchen erscheinen, dessen Rand jedoch deutlich die fünf Spitzchen zeigt (Fig. 459). Mitunter endlich sind nur drei Blättchen zu einem Bändchen vereinigt, welches somit dreispitzig ist, während zwei andere frei stehen (Fig. 460). Die Pflanzen der Familie der Aster=

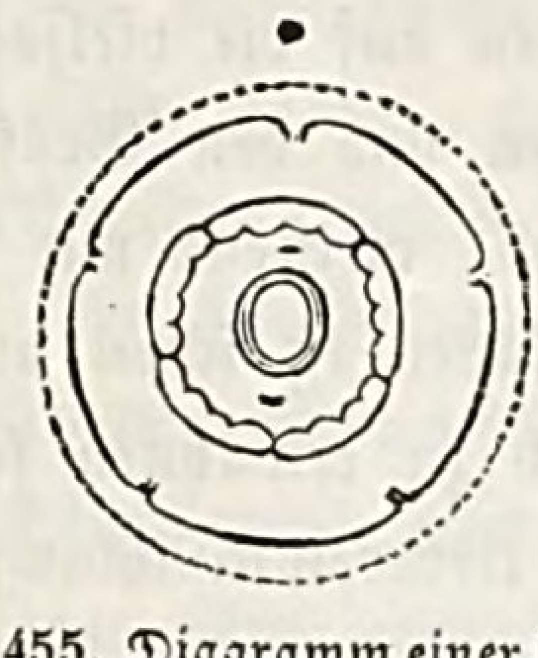


Fig. 455. Diagramm einer Einzelblüthe des gemeinen Kreuzkrautes (Senecio vulgaris). *

* Der punktirte Kreis bedeutet die Haarkrone des Kelches; der aus fünf Bogen gebildete Kreis bezeichnet die Blumenkrone; in der Mitte befindet sich der Fruchtknoten, worin eine Samenknospe; zwei Punkte daneben geben die Zahl und Stellung der Narben an.



Fig. 456. Der oberste Theil des Griffels einer Asterblüthe (Aster rubricaulis), vergrößert. *

* t Griffelfaden; s die beiden Narben, in welche er endigt; pc die haarförmigen Drüsenzellen der Narbenspitzen, welche man Sammelhaare zu nennen pflegt.



Fig. 457. Eine Pollenzelle der gemeinen Wegluge oder Cichorie (Cichorium intybus), vergrößert.

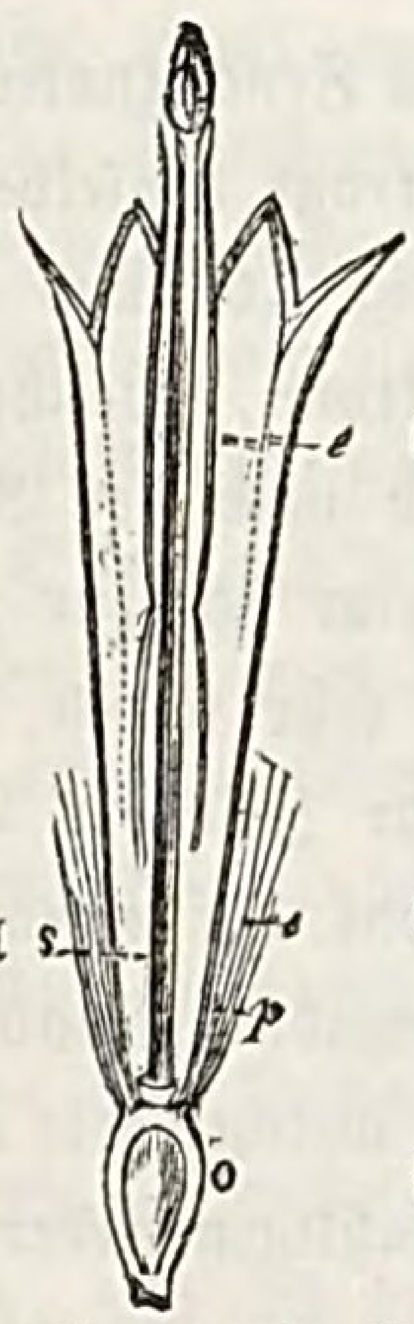


Fig. 458. Eine einzelne Blüthe aus dem Blüthenkörbchen einer rothstengligen Aster (Aster rubricaulis), vergrößert. *

* Die Blüthe ist in allen Theilen der Länge nach durchschnitten; o Fruchtknoten, an welchen Staubfäden, Krone und Kelch angewachsen sind; c Pappus oder Haarkrönchen des Kelchsaumes; s Griffel; t die Staubfäden, deren lange Antheren um den Griffel eine Röhre bilden; p trichterförmige Vereinigung der Blumenkronenblättchen.

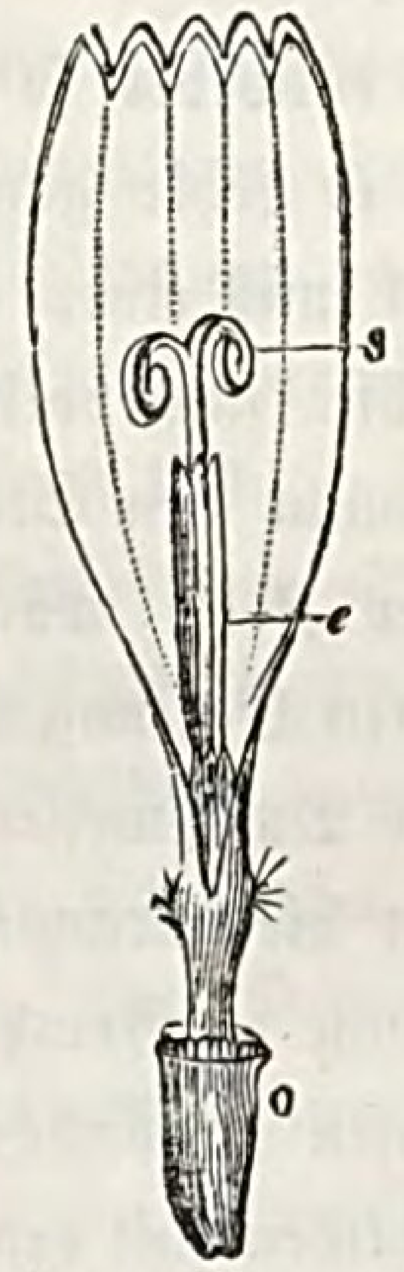


Fig. 459. Eine einzelne der Bandblüthen aus dem Blüthenkörbchen der Cichorie (Cichorium intybus), vergrößert. *

* o Fruchtknoten rc.; e Antherenröhre; s die umgerollten Narben des Griffels.

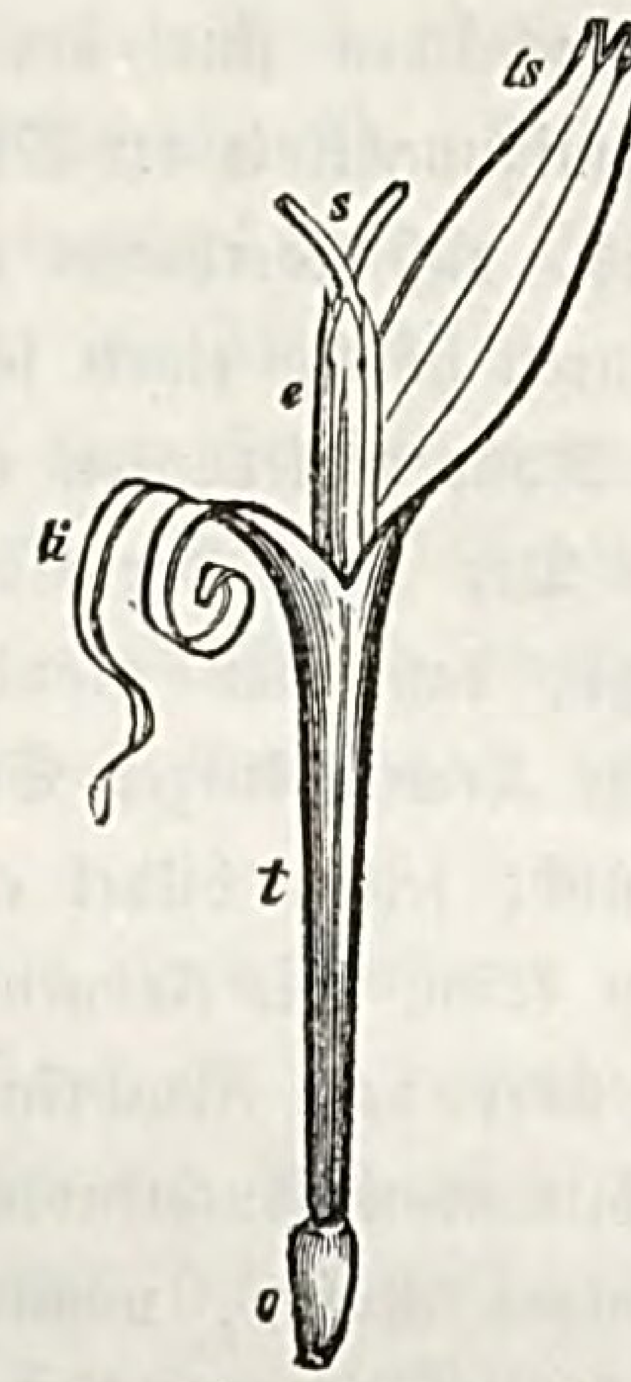


Fig. 460. Eine einzelne lippig bandförmige Blüthe aus dem Blüthenkörbchen einer Chätanthere (Chaetanthera linearis), vergrößert. *

* o Fruchtknoten rc.; t Trichterröhre der Blumenkronenblätter; li zwei dieser Blättchen, welche einzeln endigen und die zum Mittelpunkte des Körbchens gerichtete innere Lippe bilden; ls die äußere Lippe, aus dreien Blättchen gebildet; e Antherenröhre; s die aus dieser Röhre eben hervorragenden Narben.

gewächse oder Corymbiferen besitzen mitunter nur röhrenförmige Blüthen, meistens aber sind diejenigen, welche den Rand des Blüthenkörbchens bilden, zungen- oder bandförmig; die Blüthenstände der Cynarocephaleen enthalten meistens nur trichterröhrenförmige Blüthen, selten Zungenblüthen am Rande; die der Cichoriaceen dagegen bestehen einzig aus Zungen- oder Bandblüthen. Bei letzteren sind immer alle Blumen gleichfarbig; bei den Corymbiferen aber ist es sehr häufig der Fall, daß die Randblumen eine andere Farbe haben, als die inneren, nämlich weiß, blau oder roth u. s. w., während die inneren in der Regel gelb sind. Erstere bilden auf diese Weise einen Strahlenkranz um den ganzen Blüthenstand, und werden daher auch wohl kurzweg der Strahl (radius) genannt, während man die innere Gruppe der röhrenförmigen Blüthen als Scheibe (discus) bezeichnet.

Da es interessant ist, zwischen Pflanzen Aehnlichkeiten der Organisation aufzufinden, wo die äußere Tracht solche am wenigsten vermuthen lassen möchte, so

wollen wir bei dieser Gelegenheit unsere Aufmerksamkeit richten auf die vielfachen Uebereinstimmungen, welche stattfinden zwischen den Compositen und den Gräsern. Hier wie dort haben wir einen sehr reichzähligen Blüthenstand, meistens mit sehr kleinen Einzelblüthen; die Aehnlichkeit in der Form der Staubfäden ist schon angedeutet worden; der Griffel mit zweispaltiger Narbe dürfte auch zu erwähnen sein; die Blumenblätter haben mit den Grasblättern nicht wenige Uebereinstimmungen; sie sind bei den Compositen nicht von einer mittleren Hauptrippe durchzogen, sondern von mehreren parallelen Nebenrippen, ja, die den Rändern jedes Blumenblättchens entsprechenden sind am stärksten ausgebildet und treffen meistens deutlich in der Vereinigungslinie der Blätter zusammen (Fig. 458, 459 und 461). Bemerkenswerth ist es, daß überhaupt der Verlauf der Adern in den Blumenblättern der Dicotyledoneen häufig einen solchen Charakter besitzt, daß man unwillkürlich an die Blätter der Monocotyledoneen erinnert wird.

Der Kelch der Compositen ist entweder so gänzlich mit dem Fruchtknoten vereinigt, daß man glauben könnte, er fehle ganz, oder er überragt denselben mit einem Kranze kurzer Spitzchen, oder mit einer Grannenkrone (Fig. 461 und 462); ja nicht selten bildet er die zierlichste und vollkommenste Federkrone, welche man sehen kann. Die Kronenröhre mit sammt den Staubfäden löst sich nach der Blüthezeit über dem Fruchtknoten ab; der Kelch wächst dann über dem sich zur Frucht ausbildenden Fruchtknoten, bei einigen Gattungen in Form einer sehr feinen, haarförmigen Röhre, nämlich mit dem Durchmesser, welchen er zur Zeit der Blüthe besaß, empor, und es steht sodann die Grannen- oder Federkrone auf einem, oft sehr langen Stielchen. Jedermann kennt die Fruchtstände des Löwenzahns (Leontodon taraxacum), welche auf allen Wiesen zu finden sind, und von welchen die Kinder die Kümmelkörnchen ähnlichen Früchtchen mit den langgestielten strahligen Federkronen zu ihrem Ergötzen fortblasen.

Nicht immer sind alle Blüthen eines Blüthenkörbchens Zwitterblüthen, sondern sehr häufig sind sie durch Fehlschlagen eingeschlechtig, bald so, daß zwischen den Zwitterblüthen einzelne bloß weibliche Blüthen stehen,

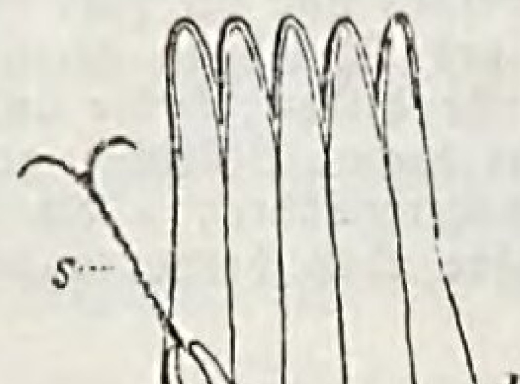


Fig. 461. Eine einzelne Blüthe aus dem Blüthenkörbchen der blauen Catananche (Catananche coerulea). *

* o Fruchtknoten ꝛc.; c die fünf Spitzen der Kelchblätter; t röhrenförmiger Theil der Kronenblätter; l das Bändchen, aus den fünf Spitzen der Kronenblätter gebildet; e die freien Filamente der Staubfäden; a Antherenröhre; s Griffel.

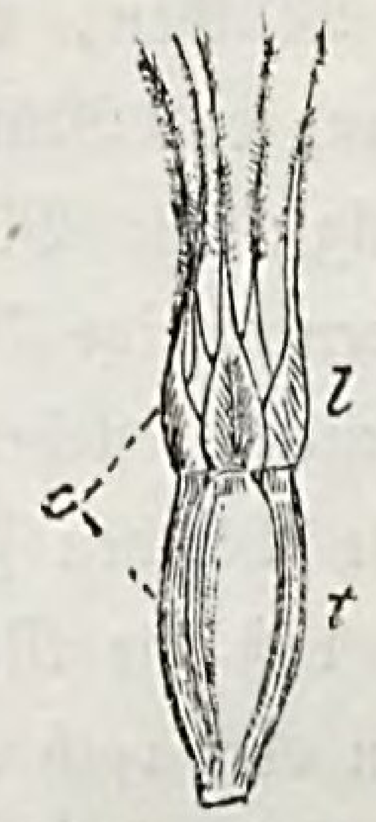


Fig. 462. Die Frucht der blauen Catananche. c Das Ganze des Kelches; t der um den Fruchtknoten angewachsene Theil; l die fünf Spitzen in eine Grannenkrone auslaufend.

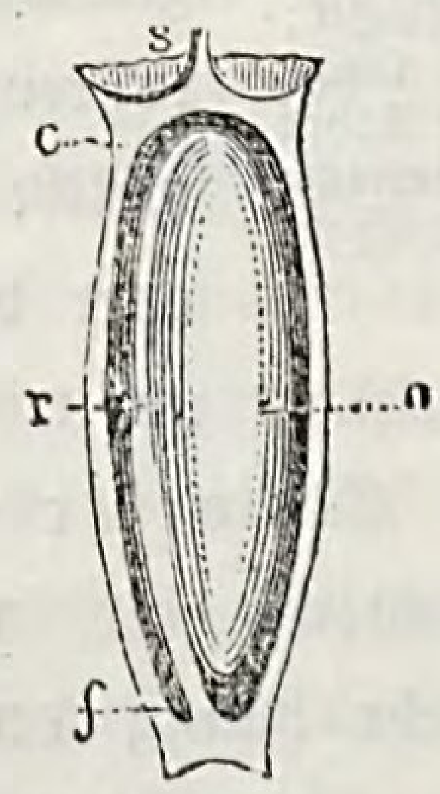


Fig. 463. Der Fruchtknoten des gemeinen Kreuzkrautes (Senecio vulgaris), senkrecht durchschnitten, vergrößert *

* s Grund des Griffels; c Fruchtknotenwandung; f Nabelstrang; r Nath; o Samenknospe, deren Spitze nach unten gekehrt ist.

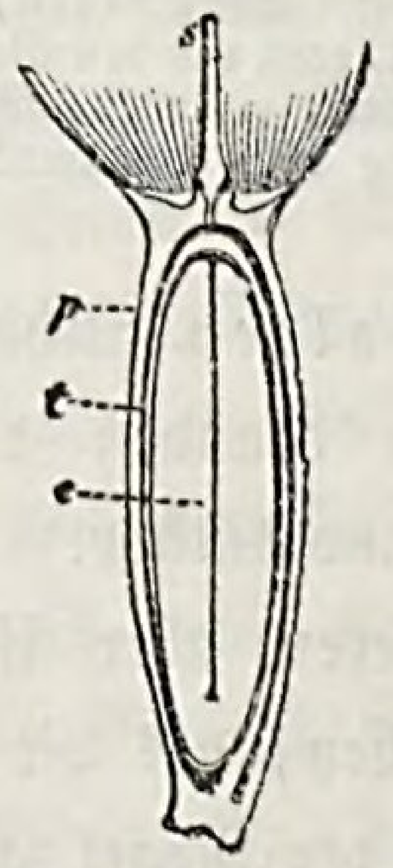


Fig. 464. Reife Frucht des gemeinen Kreuzkrautes senkrecht durchschnitten, vergrößert.*

* s Griffel; p Fruchtknoten ꝛc; t Samendecke; e Embryo.

oder es sind gewisse Blüthen bloß männlich, andere bloß weiblich; endlich ist es auch sehr häufig, daß ganz geschlechtslose Blüthen vorkommen. Besonders die Randblüthen, welche den Strahl bilden, sind bald weiblich, bald geschlechtslos.

Im Fruchtknoten befindet sich stets nur eine einzige und denselben gänzlich ausfüllende Samenknospe, welche auf den ersten Blick als die gerade Endigung der Blüthenaxe erscheinen möchte, in Wirklichkeit aber wahrscheinlich einer achselständigen Axe entspricht. Solcher Axen sollten, weil der Fruchtknoten aus zweien Karpellen gebildet ist, zwei vorhanden sein, allein es ist nur eine entwickelt, worin wiederum eine Aehnlichkeit mit den Gramineen gefunden werden kann, indem die Samenknospe auch bei jenen vermuthlich ursprünglich achselständig ist. Bei den Compositen kehrt sie sich durch Verlängerung ihres Knospengrundes zu einem Nabelstrange völlig um, so daß die Mikropyle nach unten gerichtet ist (Fig. 463). Der Same, dessen Decken, ganz wie bei den Grasfrüchten, mit dem Fruchtknoten und hier also sogar auch mit dem Kelche zusammengewachsen sind (Fig. 464), trägt oben die Federkrone oder den Grannensaum des Kelches; er umschließt einen die Samenschalen mit seinen großen Cotyledonen völlig ausfüllenden Embryo, dessen Wurzelende nach unten zur Mikropyle gekehrt ist.

Die Compositen, welche wegen des Zusammenhangens ihrer Antheren auch wohl Synanthereen (Synanthereæ) oder Syngenesisten, d. h. gemeinsam zeugende, genannt werden, sind meistens krautartige, seltener strauch- oder baumartige Gewächse. Viele derselben, welche gewöhnlich für „Kräuter" gehalten werden, haben vieljährige Stämme, welche in Form von Wurzeln, manchmal rübenartig angeschwollen, im Boden stecken und dort ausdauern, während ihre krautigen einjährigen Zweige im Herbste absterben. Solche „Wurzeln" verästeln sich sogar unter der Oberfläche mitunter, und es könnte also scheinen, als ob hier mehrere Pflanzen eine gemeinsame Wurzel hätten (Fig. 465). Zwischen Stamm und Wurzel ist freilich bei diesen unterirdischen Organen eine bestimmte Grenze noch weniger anzugeben, als bei den überirdischen Stämmen. Solche scheinbare Wurzeln haben innen ein deutliches Mark, und dieses ist, nebst dem Rindenparenchyme, mitunter so angeschwollen, daß man sie genießen kann, wie die sogenannte Skorzonerenwurzel (Fig. 466). Die unterirdischen Zweige dieser Wurzelstämme sind Adventivwurzeln und stehen ganz regellos; schneidet man aber den oberen Theil der Stammaxe weg, wie man dieses z. B. beim Löwenzahne zu thun pflegt, um die Rosette der sogenannten Wurzelblätter zum Frühlingssalat zu sammeln, so erscheinen rasch am oberen Rande um den Abschnitt neue Blattrosetten, aus deren jeder ein Blüthenschaft hervortritt. Mitunter entwickeln sich Zweige an dem unterirdischen Wurzelstamme, welche nun vollends den Unterschied zwischen Stamm und Wurzel verwischen zu wollen scheinen, nämlich

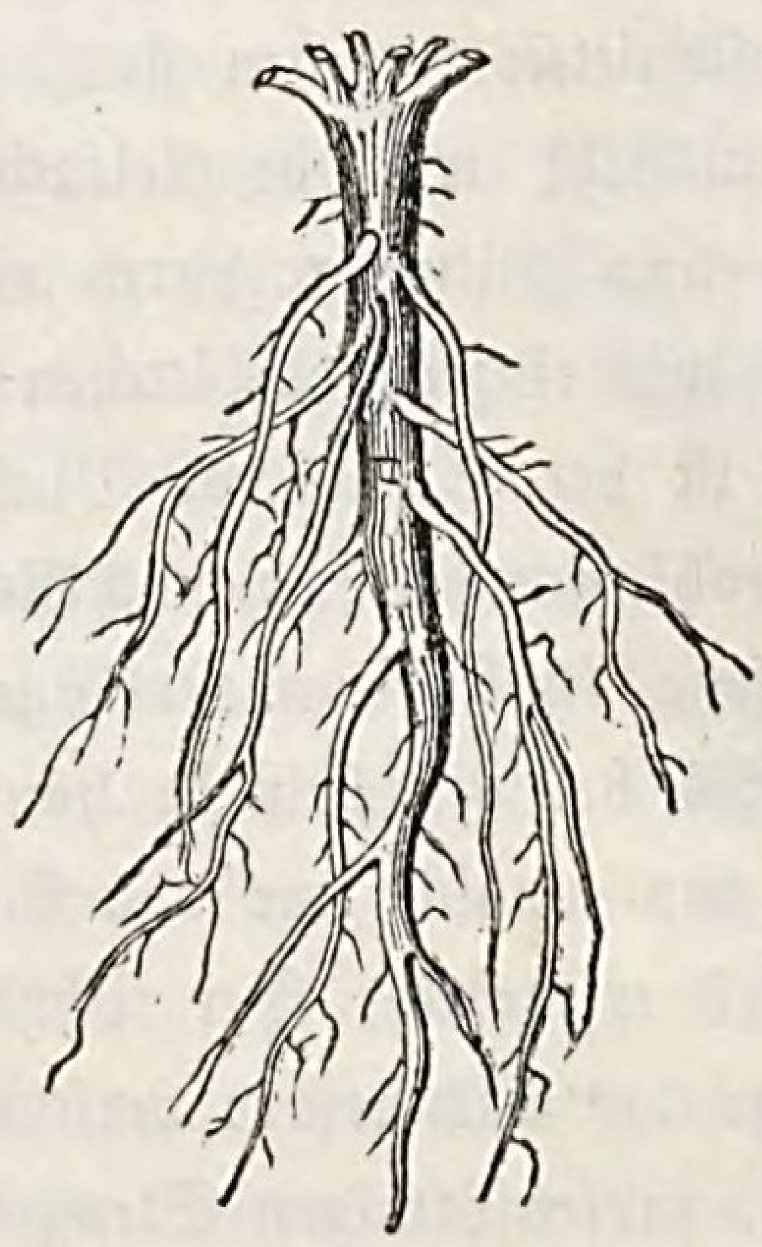


Fig 465. Ein wurzelähnlicher unterirdisch ausdauernder Stamm — sogenannte perennirende Wurzel — mit Verästelung.

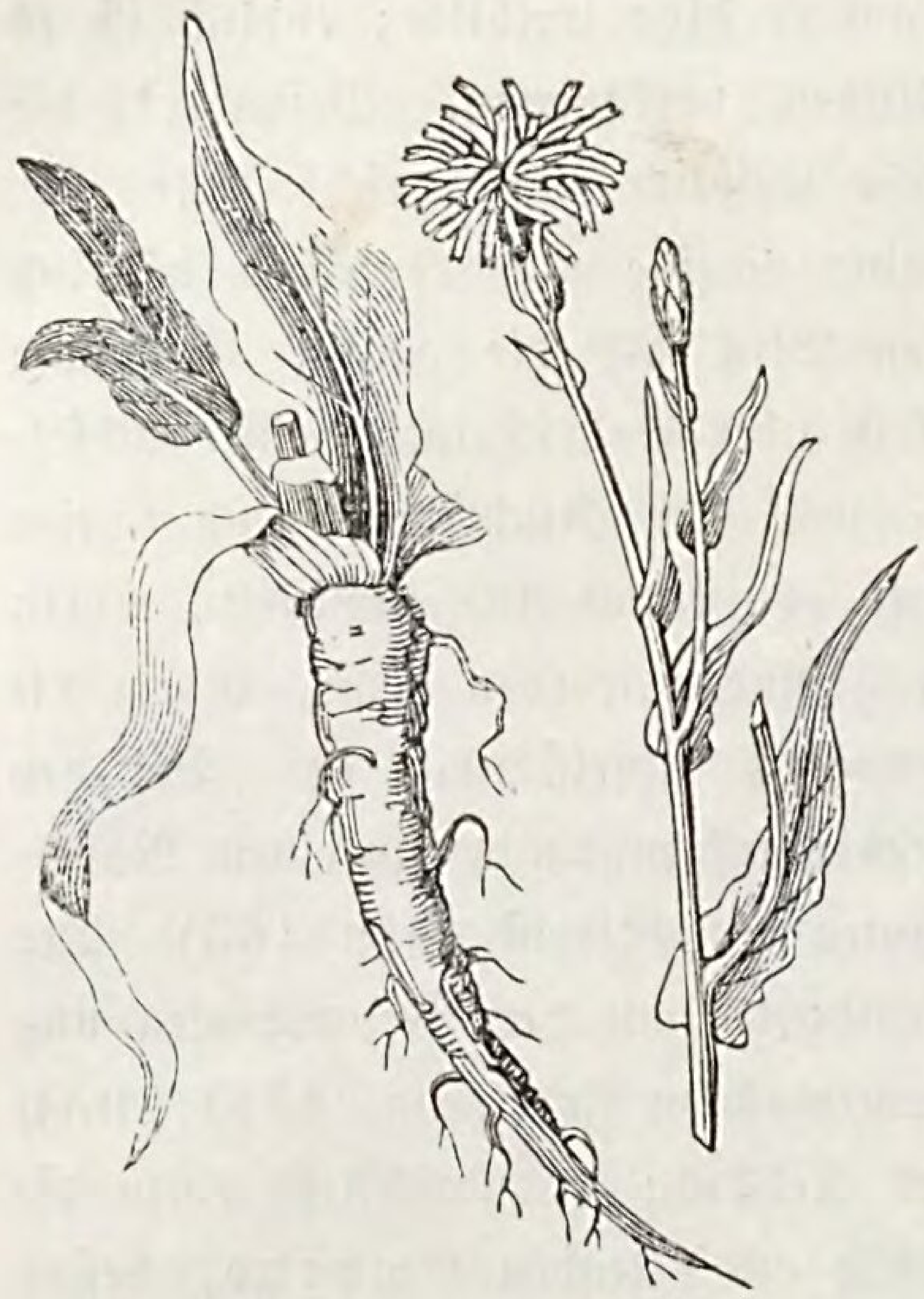


Fig. 466. Die Skorzonere (Scorzonera hispanica) mit ihrer „perennirenden Wurzel“

mehr oder weniger dicke walzen- oder knollenförmige Sprossen, aus welchen wieder Adventivwurzeln, ebenso wohl aber auch Laubknospen und Zweigaxen hervorbrechen. Man kann diese Knollen von der Mutteraxe trennen und als selbstständige Axen in den Boden legen, um die Pflanze, von welcher sie stammen, auf diese Weise fortzupflanzen. Ganz allgemein ist dieses gebräuchlich bei den Georginen oder Dahlien (Georgina s. Dahlia variabilis), deren „Knollen“ im Gartenhandel überall verbreitet werden. Ebenso pflanzt man die eßbaren Topinambu oder Sonnenblumenerdäpfel, die Knollen der südamerikanischen Sonnenblume (Helianthus tuberosus) ganz allgemein im Anbau auf diese Weise fort. Die Knollen trennen sich durch Absterben ihres mit der Mutteraxe zusammenhangenden Theiles von letzterer mit der Zeit auch freiwillig. Reißt man die Topinambupflanze im Garten aus der Erde, so bleiben ihre Knollen leicht zurück und die Pflanze kommt in jedem Jahre von Neuem zum Vorscheine, bis man alle Knollen aus der Erde gräbt. Eine ächte Wurzel ist bei keiner Pflanze für sich lebensfähig, sondern stirbt immer nach der Trennung von der Stammaxe völlig ab. Die Blätter der Compositen sind häufig, gleich denen der Dipsaceen, weil das Parenchym die Zwischenräume zwischen den Rippen und deren Adernverzweigungen nicht völlig füllt, vielfach eingeschnitten, entweder grob fiederlappig, oder so, daß auch die einzelnen Lappen noch wieder mit Einschnitten versehen sind, und mitunter so vielfach und stark, daß das einzelne Blatt aussieht wie ein vielfach zertheiltes und zerlapptes Büschelchen. Die einzelnen Lappen sind mitunter durch die Breite und Tiefe der Einschnitte so sehr getrennt, daß sie wie einzelne Blättchen an der Mittelrippe stehen, welche stielartig erscheint. Häufig ist der Saum der Blattspreite noch an den Stengel selbst angewachsen und läuft wohl gar noch beträchtlich, indem er sich unmittelbar in das an den Stengel gewachsene Phyllodium verlängert, als Leiste oder „Flügelrand“ am Stengel herab, wie dieses bei den Disteln häufig ist. Bei anderen Gattungen dagegen ist er sehr gering und umgibt nur das Ende der Mittelrippe, so daß diese als ein sehr langer Blattstiel erscheint. Der Phyllodientheil ist aber auch in diesem Falle mit dem Umfange der Stengelaxe verschmolzen, wie man dieses ausgezeichnet deutlich an dem glatten, zapfenförmigen Stengel, der mitunter wegen der Seltsamkeit ihres Wuchses bei uns in Zimmern cultivirten spießblätterigen Pestwurz (Cacalia integrifolia) sehen kann, an welchen von dem Ansatzpunkte einer jeden stielartigen Blattrippe abwärts der Umriß eines Phyllodiums und seiner Mittelrippe mehr durch die Färbung, als durch die Hervorragung erkennbar ist. Da die Linien, welche sich hier zeigen, dem Verlaufe der Gefäßbündel entsprechen, und somit auch hier, außer dem Mittelbündel, besonders zwei am Saume des Phyllodiums verlaufende Nebenbündel vorhanden sind, während die Vertheilung der Adern in den eigentlichen

Blättern selbst eine ganz andere ist, so führt uns diese Uebereinstimmung der Phyllodien mit den Blumenkronenblättern zu demselben Schlusse, welchen wir schon früher bei den Monocotyledoneen zu machen Gelegenheit hatten (Seite 763), daß die Blumenblätter nur den Phyllodien entsprechen. — Bei den Blättern der Compositen laufen die Mittelrippe und die Seitenrippen, ja mitunter selbst noch die Verästelungen dieser letzteren, häufig in mehr oder weniger steife Spitzen aus. Jedermann kennt die Dornen der Disteln, welche diesen Ursprung haben. Sie sind am steifsten an den Deckblättern der Blüthe. Bei einigen Distelarten sind die ganzen Blätter fast nichts, als verästelte Dornen, indem das Parenchym nur eine Rinde und schmale Säume an den Rippen und deren Verästelungen bilden. Viele Stacheln auf der Unterseite der Blattrippen, sowie an den Stengeln, sind indessen noch außerdem vorhanden, und diese sind, wie sich durch ihre völlig ungeregelte Stellung, nicht aus ihrer innern Textur erweist, nur ähnliche Wucherungen des Parenchyms, besonders der Rinde und der Oberhaut, wie die Haare, von welchen sie nur durch beträchtlichere Anhäufung der Zellen verschieden sind. Solche Stacheln enthalten nie Gefäße, wie jene Dornen, welche sich eben dadurch von ihnen unterscheiden. Die Neigung zur Bildung von Stacheln und Haaren ist bei den Corymbiferen, besonders aber den Cynarocephaleen, an allen Blatt- und Stengeltheilen in hohem Grade bezeichnend; wo keine Stacheln vorhanden sind, da ist meistens die ganze Oberfläche rauh von steifen Haaren oder filzig von zarteren Härchen bedeckt. Selbst an der Röhre der Blumenkrone zeigen sich solche Haare häufig. Auf den Blättern befördern diese, weil sie die Oberfläche, welche der Luft dargeboten wird, vermehren, die Ausdünstung beträchtlich, und es rührt daher, daß die am stärksten behaarten Pflanzen, wie die Sonnenblume, so leicht in der Hitze des Mittags die Blätter welk niederhangen lassen. Durch die Verdunstung werden die Säfte der Zellen erschöpft, und wenn die Wurzeln nicht genügende Feuchtigkeit aus dem Boden zuzuführen vermögen, so sinken die Zellenwandungen wie leere Schläuche zusammen und alle Spannung geht verloren; mit neuer Feuchtigkeit kehrt dieselbe jedoch wieder; nur wenn die Austrocknung einen solchen Grad erreichte, daß die Zellenmembranen sich verhärteten und die in den Zellen enthaltenen Substanzen verändert wurden, folgt auf das Welken der Tod der Blätter.

Die Cichoriaceen oder bandblüthigen Compositen enthalten einen weißen Milchsaft in allen ihren Theilen. Man bemerkt denselben, wenn man die unterirdischen Stämme durchschneidet, sehr leicht, indem er in reichlichen Tropfen in einem Kreise aus den Milchsaftgefäßen hervortritt, deren Lage sich dadurch gleich bezeichnet. Aber auch die krautigen Stengel, die Blätter, ja selbst die Blüthenscheiben sind von demselben erfüllt. Dieser Milchsaft enthält außer Kautschuk bittere Substanzen, zugleich von etwas herb zusammenziehendem Geschmacke und von narkotischer, betäubend giftiger Eigenschaft. Diese letzteren Substanzen sind jedoch vorzüglich dann in dem Safte vorhanden, wenn die Blätter der Pflanze längere Zeit entfaltet waren und somit ihre Funktionen verrichten konnten. Man spürt wenig von ihnen in dem ganz jungen Kraute, weßhalb von einigen Pflanzen dieser Familie die Frühlingsblätter als Salat oder Gemüse genossen werden, während die späteren ungenießbar sind. Merkwürdiger Weise hat die Cultur ebenfalls vermocht, eine Verminderung der unangenehmen und schädlichen Wirkungen bei diesen Gewächsen

zu bewirken, so daß nur ein wohlthuend bitterlicher, erfrischender Geschmack ohne alle nachtheilige Wirkung sich geltend macht; so ist es eben bei den Skorzoneren, Cichorien und mehreren andern Pflanzen der Küchengärten. Bei einigen können wir sogar ein ganz bestimmtes Verfahren anwenden, um denselben Zweck zu erreichen. Man bedeckt nämlich die Pflanzen theilweise mit Erde, stürzt einen Blumentopf über dieselben, oder schützt sie auf irgend eine andere Weise vor dem Einflusse des Lichtes, wie man denn z. B. die Rosetten der Wurzelblätter der Endivien (Cichorium endivia) „aufbindet", d. h. in einen Schopf zusammenfaßt, so zusammenbindet und dadurch die äußeren Blätter zum Dache der inneren und der sich noch neu entwickelnden Blätter macht. Dem Einflusse des Lichtes entzogen, können die Blätter ihre Funktionen nicht ausüben; es kann in ihren Zellen nicht mehr die Zersetzung der Kohlensäure erfolgen, es bildet sich kein grünes Chlorophyll, die Blätter werden also gelblich oder weiß, und zugleich bilden sich nicht die herben und schädlichen Substanzen des Milchsaftes. Man ist noch weit entfernt, sich vollständige Rechenschaft geben zu können über den Zusammenhang aller der chemischen Prozesse, welche unter dem Einflusse des Lichtes in der Pflanze vor sich gehen, und von deren Resultaten das eine der Milchsaft ist, ein anderes das grüne Chlorophyll. Einstweilen wissen wir nur, daß jene Prozesse ohne den Einfluß des Lichtes nicht vor sich gehen, und daß damit zugleich eine mangelhafte Ausbildung der Organe selbst in der Pflanze verbunden ist. Die Pflanze „vergeilt", wie die Gärtner sich ausdrücken, d. h. das Zellgewebe wird äußerst zart, überreich an wässerigen Säften und äußerst hinfällig. Bei jenen Küchengewächsen ist aber eben dieser Erfolg neben jenem anderen sehr erwünscht, und die Gärtner bezwecken denselben bei der „künstlichen Vergeilung" absichtlich; denn die Pflanzenorgane sind eben dadurch genießbarer, verdaulicher. Für die Wissenschaft geht einstweilen aus diesen Erfahrungen wenigstens eine Bestätigung der Vermuthung hervor, daß die Blätter das chemische Laboratorium sind, in welchem die Säfte der Pflanzen ihre Eigenthümlichkeiten erhalten. — Einer besonderen Art der Vergeilung müssen wir noch gedenken. Die Lattichpflanze (Lactuca sativa) wächst auf trockenem, steinigem Boden und an sonnigen Plätzen rasch mehrere Fuß hoch empor, bekommt dabei höchstens eine Hand große, ziemlich schlichte Blätter und entwickelt einen rispigen Strauß zahlreicher Blüthenkörbchen; dabei ist sie reich an Milchsaft. Auf einem feuchten, feinen und an verwesenden organischen Substanzen reichen Boden und in schattigen Gartenbeeten bleibt die Axe der Pflanze kurz, dagegen entwickelt sich eine dicht gedrängte Rosette außerordentlich großer, buchtig runzeliger Blätter, von denen die äußeren über den inneren sich ganz zusammenwölben, so daß diese nun völlig zusammengekraust und dem Einflusse des Lichtes entzogen bleiben. Bekanntlich nennt man eine solche Rosette ein Haupt oder einen Kopf, und man pflegt den Lattich deßwegen im gewöhnlichen Leben Kopfsalat zu nennen, da er, in dieser Form von Natur vergeilt, ein sehr gesundes, zartes und angenehmes Salatkraut ist. Bekanntlich gelingt die Kopfbildung aber nicht immer, besonders nicht im Sommer und nicht in sonnenreichen Jahren, wenn gleich man durch gehörige Auswahl des Standortes, durch künstlichen Schutz und manche andere Mittel zu Hülfe kommen kann.

Bittere Substanzen bilden sich auch bei denjenigen Compositen, welche nicht die auffallende weiße Färbung des Milchsaftes besitzen. Diese Bitterkeit rührt oft

von Substanzen her, welche eine wohlthätige arzneiliche Wirkung haben. Die Blüthenboden und die zusammengewachsenen fleischigen Deckblätter der Artischoke (Cynara scolymus) sind bei ihrer Bitterkeit eine sehr beliebte Speise. Bei sehr vielen Corymbiferen kommt noch ein flüchtiges aromatisches Oel hinzu, welches denselben oft in allen Theilen neben der Bitterkeit starke Düfte verleiht. So ist es bei der Kamille (Matricaria s. Anthemis nobilis), bei der Schafgarbe (Achillea millefolium), dem Rainfarrn (Tanacetum vulgare), der Wohlverleih (Arnica montana) und vielen anderen, besonders auch dem Beifuße (Artemisia vulgaris) und dem Wermuth oder Absinth (A. absinthium). Man benutzt solche als wirksame Arzneimittel. Auch der Wurmsamen kommt von einer Beifußgattung (Artemisia contra) in Persien und Palästina, jenes Mittel, mit welchem man die Spulwürmer der Kinder zu vertreiben pflegt, und welches nebenbei die noch unerklärte Wirkung hat, daß man nach dem Genusse gegen alle Theile des Sonnenlichtes unempfindlich ist, mit Ausnahme des grünen, und daß man daher alle Gegenstände in grünem Lichte zu sehen glaubt. — Einige Compositen sind auch durch Farbstoffe wichtig, so besonders die Färberdistel (Carthamus tinctorius), deren Blüthen den Saflor liefern. Die rothe Farbe wird bedingt durch eine eigenthümliche alkaloidische Substanz, das Carthamin ($= C^{14} H^{8} O^{7} N^{3}$). — Die Samen, oder vielmehr die in den Früchten enthaltenen Embryonen, sind reich an fetten Oelen, und von einigen Compositen, wie z. B. der Sonnenblume, wird solches nicht selten gewonnen, ja es gibt einige Pflanzen, wie u. a. die Madia (Madia sativa), aus Chile in Deutschland eingeführt, welche ihres Oelreichthumes wegen cultivirt werden. — Die Knollen der Topinambupflanze werden wie Kartoffeln genossen und sind diesen wirklich höchst ähnlich. In den Zellen ihres stark entwickelten Parenchyms sind zahlreiche Körnchen einer Substanz enthalten, welche dem Stärkemehle isomer und wie dieses in kaltem Wasser unauflöslich, dagegen in heißem auflöslich ist. Diese Substanz zeigt jedoch nie Spuren einer schichtweisen Ablagerung von Verdickungsschichten um einen Kern, auch wird sie von Jod nicht blau, sondern gelb gefärbt. Da man dieselbe zuerst in einer andern, nahe verwandten Pflanze, dem Alant (Inula hellenium) entdeckte, so hat man sie Alantstärke oder Inulin genannt; man weiß aber jetzt, daß dieselbe in vielen Pflanzen die Stelle des Stärkemehles vertritt. Sie ist in sehr vielen Compositen, u. A. auch in den Georginenknollen, gefunden worden, ebenso in der Zwiebel der monocotyledonischen Zeitlose.

Die Compositen, deren Blüthenkörbchen nicht allein auf allen Wiesen, sondern auch in unsern Gärten eine Hauptzierde bilden, geben uns vielfache Gelegenheit zu beobachten, daß die Blumen in Betreff ihrer Oeffnung und Schließung ganz von der Beschaffenheit der Atmosphäre abhangen. Den Zusammenhang dieser Stellungsveränderung der Blüthentheile haben wir bei den Gramineen (Seite 830) bereits kennen gelernt. Findet auch nicht eine eigentliche Austrocknung der Organe statt, so haben doch die geringsten Veränderungen in dem Grade der Saftfülle im Zellgewebe die nämlichen Erfolge. Alle Blumen sind daher im höchsten Grade hygroskopisch, und zeigen einerseits die Veränderungen im Feuchtigkeitszustande der Luft, andererseits den Grad der unter dem Einflusse der Temperatur in ihnen vorgehenden Verdunstung in augenfälliger Weise an. Bei den Compositen ist diese Augenfälligkeit

so groß, daß sie auch wohl im gewöhnlichen Leben beachtet wird. Es rührt dieses daher, weil hier nicht allein die einzelnen Blüthen, sondern auch die ganzen Blüthenkörbchen sich öffnen und schließen. Eine Wiese, welche gestern von tausend Löwenzahnblumen goldgelb erschien, ist heute, da trübes Wetter herrscht, rein grün — eine Stunde Sonnenschein öffnet die tausend goldenen Augen von Neuem. Die Gartenringelblume (Calendula pluvialis) heißt in manchen Gegenden Regenblume, weil sie bei feuchter Atmosphäre, oft nahe vor einem Regen, ihre Blüthenkörbchen schließt. Die meisten Pflanzen schließen ihre Blüthen, sobald die Feuchtigkeit des Abends eintritt, und öffnen sie erst wieder am Morgen; viele öffnen sich erst in der Wärme des Mittags und schließen sich schon nach einigen Stunden wieder; einige erschließen sich nur dem brennendsten Sonnenscheine. Man hat unter dem Namen einer Blüthenuhr ein Verzeichniß von bekannteren Pflanzen aufzustellen versucht, in welchem die Stunden der Oeffnung und Schließung der Blüthen angegeben sind.

Ist einerseits die Zahl der bekannten Gattungen der Compositen eine außerordentlich große, so wird andererseits die Mannigfaltigkeit in dieser Gruppe von Pflanzen noch in hohem Grade erhöht durch ihre Neigung zur Bildung von Abarten und Spielarten. Von Dahlien bieten die Verzeichnisse der größeren Handelsgärten mehr als 2000 Varietäten an; die Astern waren früher in ähnlicher Verschiedenheit in den Gärten zu finden. — Die ungeheure Menge der Samen macht viele Compositen zu gefürchteten Unkräutern. Die Disteln (Carduus) und Scharten (Serratula) unter den Cynarocephaleen sind fast ebenso berüchtigt, als die Wucherblumen (Chrysanthemum) unter den Corymbiferen.

In allen Zonen der Erde sind die Kardenträger verbreitet; am meisten treten die Compositen hervor, von welchen in allen Zonen eine auffallende Menge von Gattungen gefunden wird. In der kalten Zone betragen ihre Arten $1/13$ aller bekannten Samenpflanzen, in der gemäßigten Zone Europa's und Asiens $1/8$, in Amerika gar $1/6$, in der heißen Zone $1/18$. Das Verhältniß vermindert sich somit von der gemäßigten Zone nach beiden Extremen. In der gemäßigten Zone stehen ihnen an Artenzahl selbst die Gramineen nach. Die Individuenmenge dieser Pflanzen ist obendrein so groß, wie bei wenigen andern Familien, sie wetteifern fast mit den Gramineen. Die einzelnen Arten sind zum Theil außerordentlich weit verbreitet; die Federkronen ihrer Früchte müssen die Verbreitung des Samens in hohem Grade erleichtern. Astern (Aster) und Goldruthen (Solidago) in zahlreichen Arten und unendlicher Häufigkeit charakterisiren gleichsam die nördlichen und mittleren Gegenden der Vereinigten Staaten Amerika's; ebenso sind Brasilien, Chile und die Laplatastaaten charakterisirt durch holzige, strauch- und baumartige Compositen.

Siebente Ordnung.

Die Glockenblüthler. Campanulinæ.

Unter den glockenblüthigen Gewächsen bilden die eigentlichen Glockenblumen (Campanulaceae) die wichtigste Familie. Viele derselben stimmen, ebenso

wie die Lobeliaceen, mit den Cichoriaceen darin überein, daß sie ähnliche weiße Milchsäfte enthalten. Die Kautschuklobelia (Lobelia cautchouc) Südamerika's liefert in ihrem Milchsafte reichliche Mengen von Federharz, welche in den Handel kommen. Im Wesentlichen unterscheiden sie sich von jener Familie der Kardenträger durch ihre in traubenförmig verästelten Blüthenständen einzeln stehenden, dabei meistens beträchtlich großen und in allen Kreisen von Blüthenorganen mit voller Fünfzahl ausgebildeten Blüthen. Bei diesen Blüthen ist stets der Kelch grün gefärbt, die Krone dagegen von irgend einer andern Farbe. Wir werden eine solche Verschiedenheit der Färbung von Kelch und Krone sich bei allen folgenden Ordnungen so vielfach wiederholen sehen, daß dieselbe uns in der Klasse der Dicotyledoneen als vorherrschende Regel erscheint. Bildliche Darstellung der Blüthen- und Fruchtbildung einer Glockenblume möge theils zur Erläuterung dieser Ordnung, theils zur Erklärung früher berührter Gegenstände dienen (Fig. 467—477).

Die Jasionen (Jasione) haben einen Blüthenstand, welcher den Karden der Skabiosen (Fig. 449) äußerst ähnlich ist; auch haben diese Campanulaceen und alle Lobeliaceen die Antheren, wie die Compositen, in eine Röhre verwachsen



Fig. 467. Die Rapunzel-Glockenblume (Campanula rapunculus), deren Wurzeln und junge Blätter als Salat und Gemüse gegessen werden.

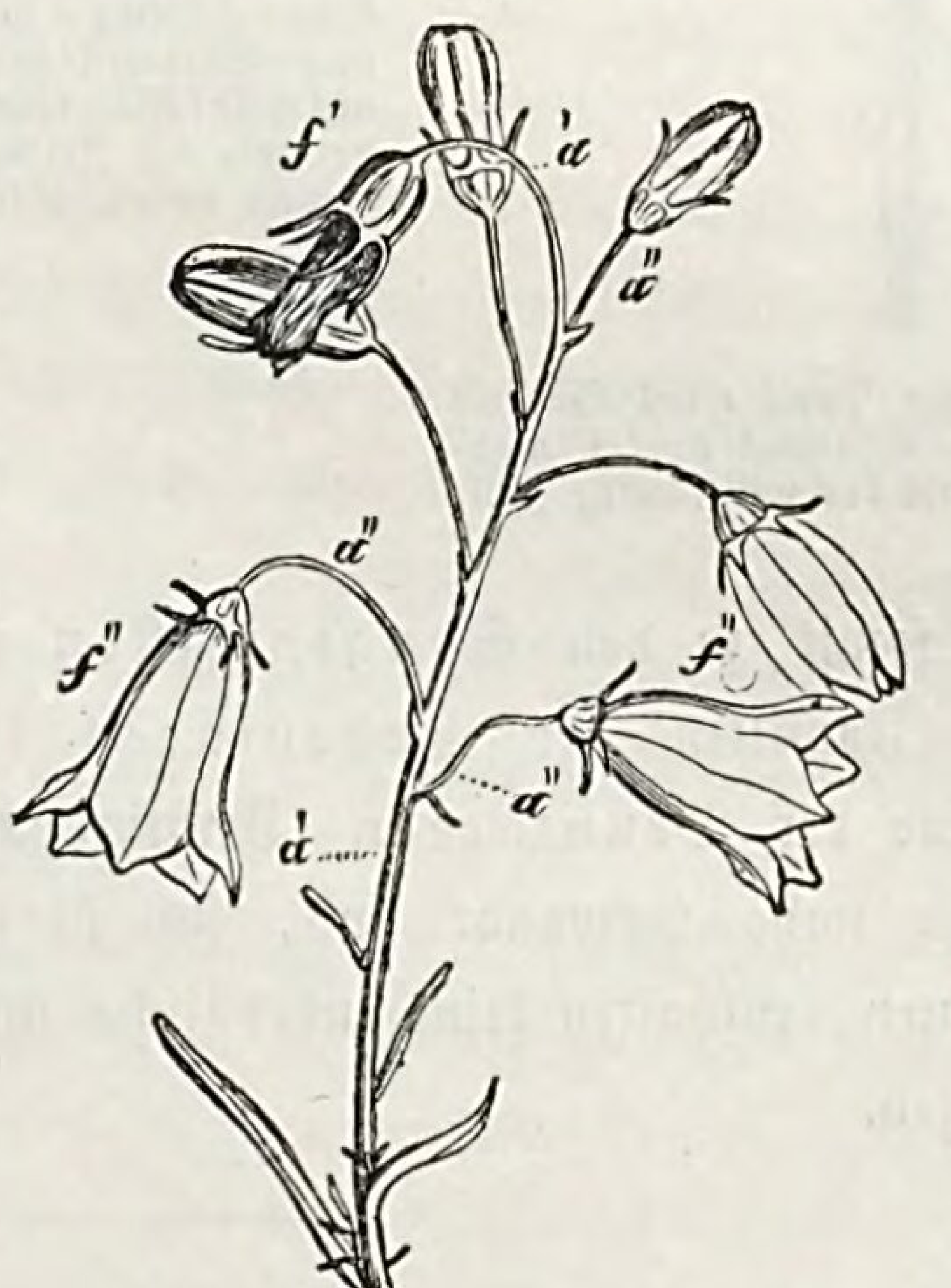


Fig. 468. Blüthentraube der pfirsichblätterigen Glockenblume (Campanula persicifolia).*

* a'a' Blüthenstandaxe, deren letztes Glied ein Blüthenstiel ist; a''a''a'' Zweige der Blüthenaxe, in der Achsel kleiner, nach oben immer geringer werdender Deckblättchen entspringend, und jeder ein Blüthenstiel. Man sieht, daß die endständige Blüthe f' bereits vertrocknet ist und in den Zustand der Frucht überzugehen beginnt, während die zweigständigen Blüthen f'' unten noch blühen und die oberen noch in der Knospenlage befindlich sind (siehe Seite 930).



Fig. 469. Eine einzelne Blüthe der rundblätterigen Glockenblume (Campanula rotundifolia). *

* c Der fünfblätterige aber um den Fruchtknoten angewachsene Kelch, welcher in fünf freie Spitzen endigt; l der fünfspitzige Rand der aus fünf Kronenblättern, welche mit ihren Rändern vereinigt sind, gebildeten Glocke; s die Narben des Griffels.

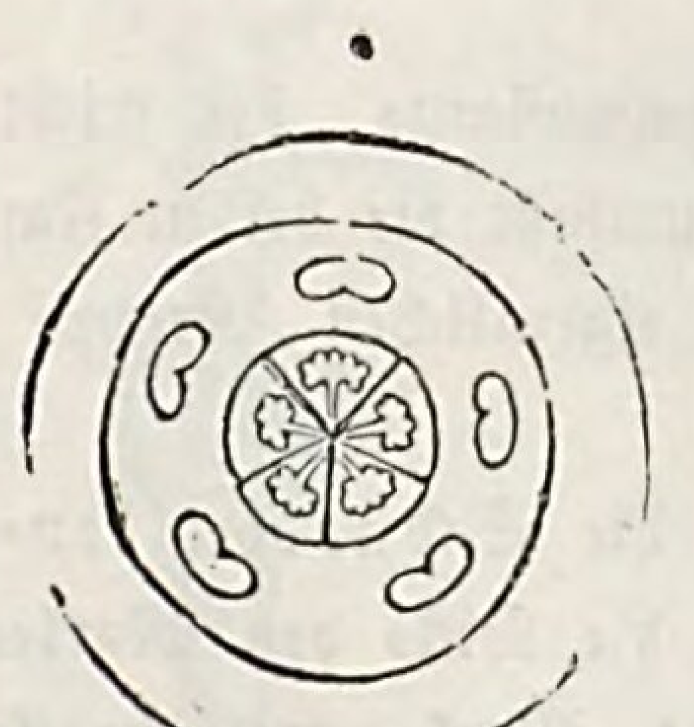


Fig. 471. Diagramm einer Blüthe der Rapunzel-Glockenblume. — Fünf vereinigte Kelchblätter; fünf vereinigte Kronenblätter; fünf Staubfäden; fünf zum Fruchtknoten vereinigte Karpelle; in den fünf Fächern je ein achselständiger Samenträger, an welchem zahlreiche Samenknospen nach der freieren Seite gedrängt entspringen.

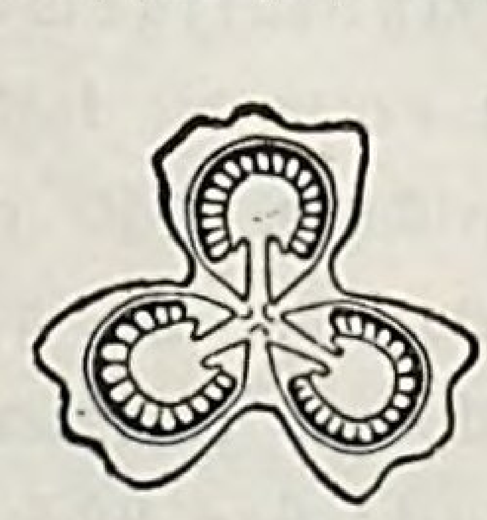


Fig. 474. Diagramm des Fruchtknotens einer Rapunzel-Glockenblume, bei welcher zwei Karpelle fehlgeschlagen sind.



Fig. 470. Eine einzelne Blüthe der Rapunzel-Glockenblume (Campanula rapunculus) in der Knospenlage. *

* c Kelch; p Krone.

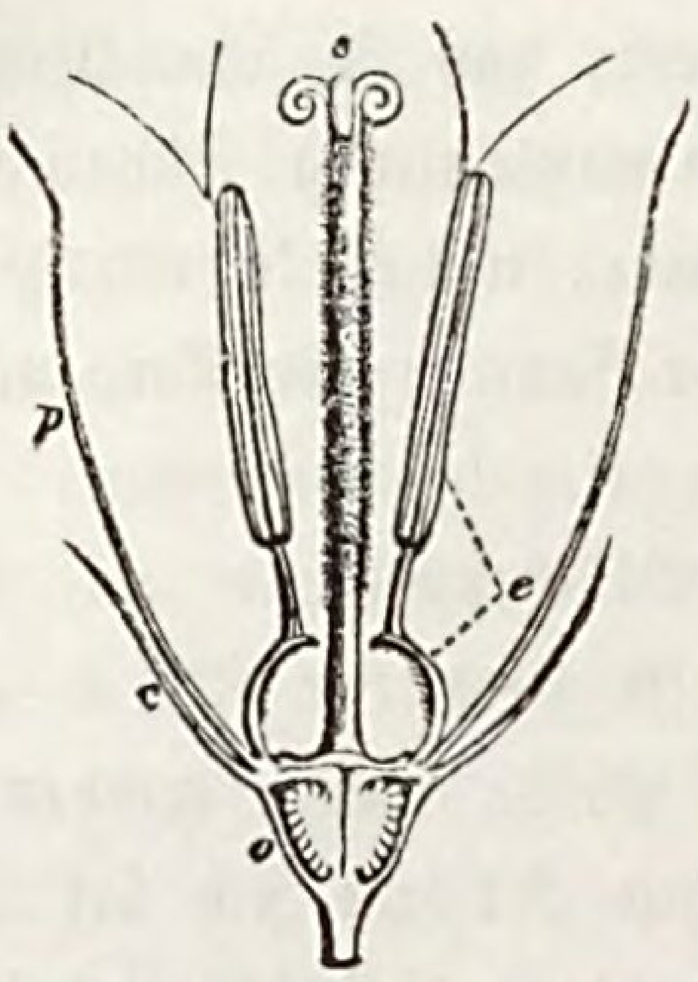


Fig. 472. Die Blüthe der Rapunzel-Glockenblume, senkrecht durchschnitten. *

* *o* Fruchtknoten; *c* Kelchspitzen; *p* glockenförmige Krone; *e* Staubfäden; *s* Narben des Griffels, hier nur drei, in Folge des Fehlschlagens zweier Karpelle, welches nicht selten vorkommt.



Fig. 473. Der obere Theil *t* des Griffels der rundblätterigen Glockenblume (Campanula rotundifolia) mit der vollständig fünfzähligen Narbe *s*.

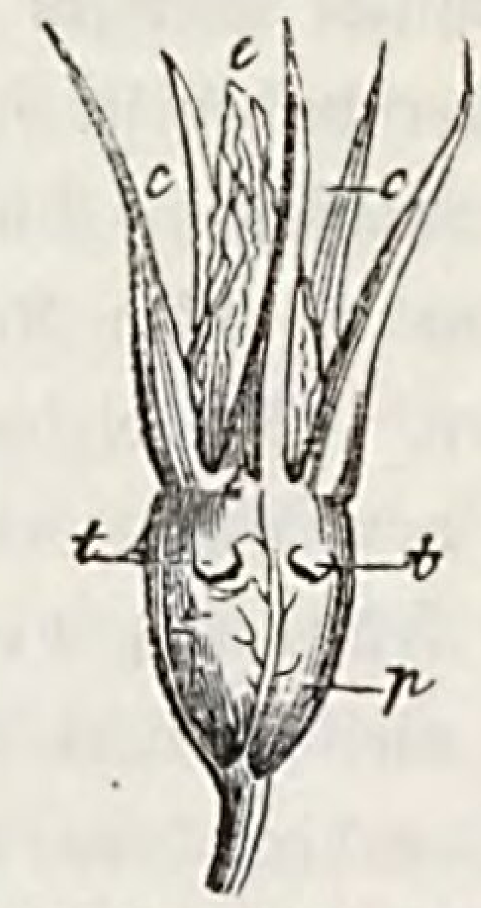


Fig. 475. Die Blüthe der pfirsichblätterigen Glockenblume (Campanula persicifolia) nach der Blüthezeit. *

* *p* Frucht; *t* Löcher an den Fruchtfächern, durch welche diese sich öffnen, da sie nicht regelmäßig aufspringen; *c* Kelchblattspitzen, welche die Fruchtkrone bilden; *e* die glockenförmige Blumenkrone, welche hier nicht abfällt, sondern vertrocknet wie ein Zeltdach über der Frucht stehen bleibt.

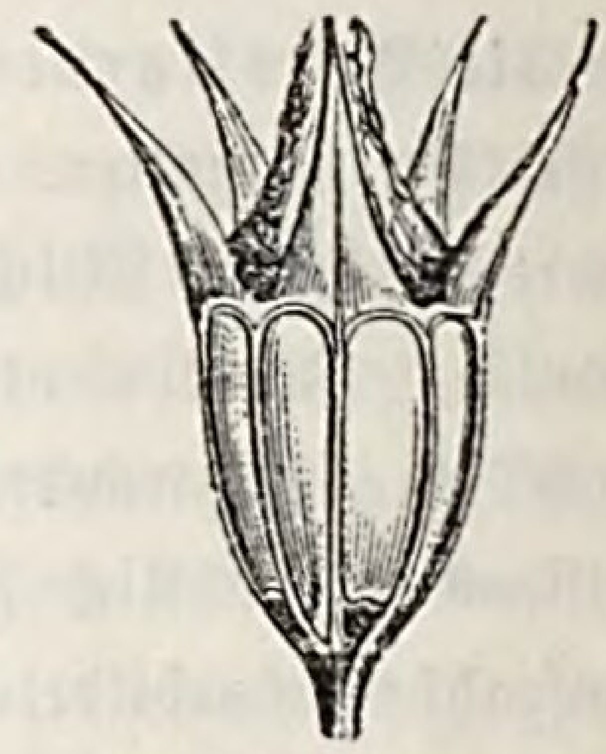


Fig. 476. Die Frucht einer Rapunzel-Glockenblume (Campanula rapunculus), wo die Löcher sich an den unteren Theilen der Kapselfächer der Frucht bilden.

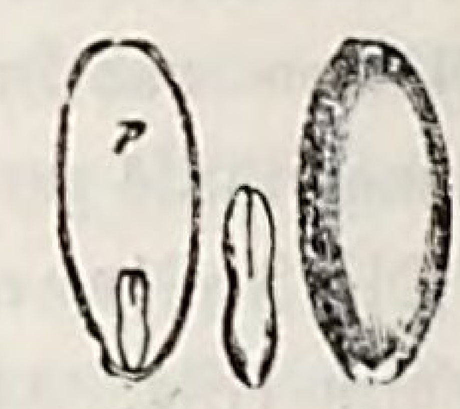


Fig. 477. Der Same der Rapunzel-Glockenblume; *a* ein Samenkorn von außen, die Mikropyle zum Knospenursprungspunkte zurückgekrümmt unten, der Knospengrund oben, ein Nabelstrang an der Seite angewachsen; *b* der Same durchschnitten, um das Endosperm *p* und den Embryo *o* zu zeigen; *c* der Embryo stärker vergrößert, die Cotyledonen sind nicht größer, als das Axenorgan.

und verdienen somit zu den Syngenesisten oder Synanthereen gerechnet zu werden. Die Familien der Gudeniacen (Goodeniaceae), der Stylideen (Stylideae) und der Bruniaceen (Bruniaceae), welche den Campanulaceen und Lobeliaceen sehr nahe verwandt sind, sich übrigens von den Kardenträgern mehr als jene entfernen, enthalten keine europäische und überhaupt nur wenige und minder wichtige Pflanzen.

Achte Ordnung.

Die Krappe. Rubiacinæ.

Die Ordnung der Krappe, benannt nach der Krapppflanze, der wichtigsten europäischen Pflanze, welche dieser Ordnung angehört, umfaßt die beiden Familien der Geißblattgewächse (Caprifoliaceæ) und der eigentlichen Krappe oder Röthen (Rubiaceæ).

Zur Familie der Geißblattgewächse gehören die Schneeballen- und Hollunderbäume, von denen die letzteren sich durch die Dicke des Markes vor andern Holzpflanzen auszeichnen. Es eignet sich dieses Mark vorzugsweise zur Untersuchung dieses Zellgewebes. In ganz jungen Sprossen besteht es aus abgerundeten Zellen, die sich von einander sondern lassen, dabei aber oft schon sehr deutlich Tüpfelchen oder netzartige Lücken einer zarten Verdickungsschicht zeigen (Fig. 478 und 479). Später wird dieses Mark vollkommen parenchymatisch und

die Zellen sind dann sehr zierlich polyedrisch (Fig. 480); beim Attich oder Zwergholder (Sambucus ebulus) findet man, ähnlich wie beim Feigenbaume, mitten im Marke deutliche Milchsaftgefäße. Bei jungen Zweigen kann man sehr leicht die Abrollbarkeit der Spiralgefäße der Markscheide erproben, wenn man dieselben vorsichtig durchbricht.



Fig. 478.



Fig. 479.

Fig. 478. Eine punktirte oder Tüpfelzelle aus dem jungen Gewebe des gemeinen Hollunders (Sambucus nigra), vergrößert.

Fig. 479. Eine gestreifte oder Netzzelle, eben daher.

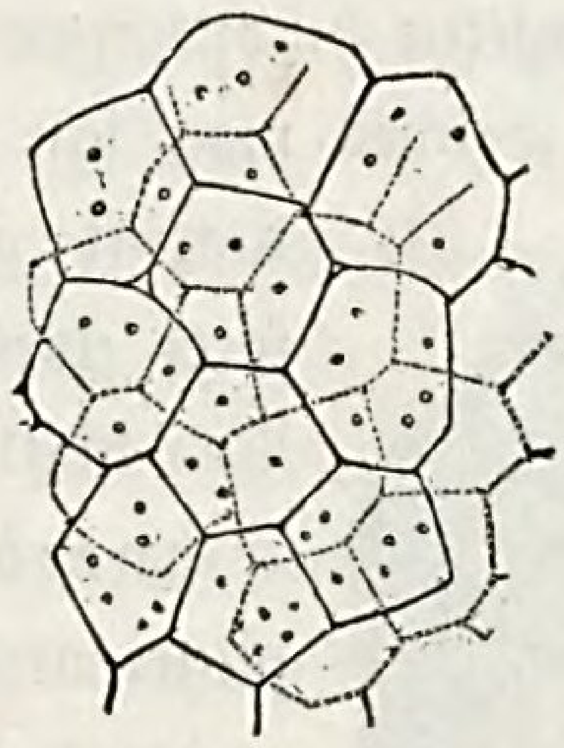


Fig. 480. Zellgewebe aus dem Marke des Hollunders, vergrößert. Die Zellen sind punktirt.

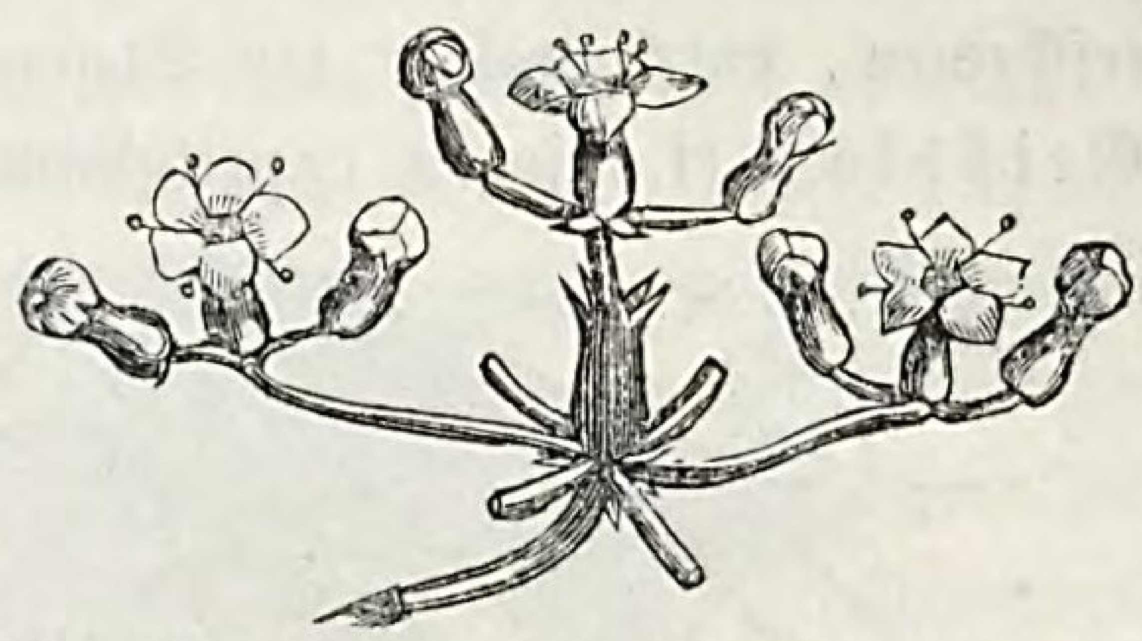


Fig. 481. Der Blüthenstand des Tinusstrauches (Viburnum tinus). Die Blüthe der Axe erster Ordnung ist schon verblüht; von den Axen zweiter Ordnung sind nur drei gezeichnet, vier sind abgeschnitten; die Blüthen der Axen zweiter Ordnung blühen, die der dritten Ordnung sind noch in der Knospenlage.

Merkwürdig ist der Blüthenstand des Tinusstrauches, welcher eine Art von Dolde darstellt, bei welcher allemal die Hauptaxe erster Ordnung unmittelbar über dem Ursprunge der Zweigaxen eine Blüthe trägt, was sich an den Axen zweiter Ordnung ganz eben so wiederholt. Dabei ist die Ordnung der Inflorescenz hier stets genau dem Range der Blüthen entsprechend, so daß sich die endständige Blüthe der Axe erster Ordnung zuerst öffnet, worauf ihr zunächst die endständigen der Axen zweiter Ordnung folgen, bis zuletzt auch die Axen dritter Ordnung an die Reihe kommen (Fig. 481). Der gemeine Hollunder gibt ein ausgezeichnetes Beispiel von dem Blüthenstande, welchen man einen Schirm oder eine Trugdolde nennt; es ist eine traubenartige Verästelung, verbunden mit einem doldenähnlichen Stande aller Blüthchen in gleicher Höhe.

Die eigentlichen Geißblatte, nach welchen die Familie der Caprifoliaceen benannt ist, werden in Hecken und Gebüschen häufig wild angetroffen und sind zum Theil ausgezeichnete Schlinggewächse, welche man vielfach an Schattenlauben zieht. Bei ihnen lassen sich die Winterknospen vorzüglich gut beobachten (Fig. 482), und es finden sich mitunter auffallende Nebenknospenbildungen (Fig. 483), wobei die Knospen von unten nach oben an Größe abnehmen; beim Walnußbaum lernten wir das entgegengesetzte Verhältniß kennen. Die Knospen stehen hier stets paarweise einander gegenüber. Es rührt dieses von der Stellung der

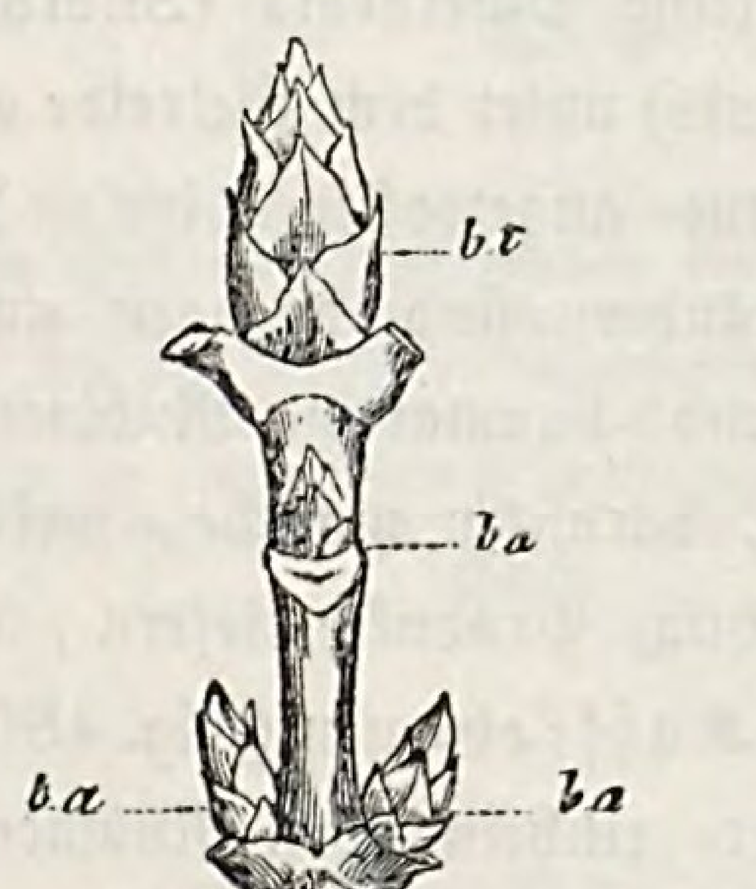


Fig. 482. Der Gipfel eines Stengels des schwarzen Geißblattes (Lonicera nigra), mit Winterknospen. *

* *ba* Achselknospen, unter denen die Blattnarben bemerkbar sind; *bt* Gipfelknospe, unter welcher zwei Blattnarben stehen.

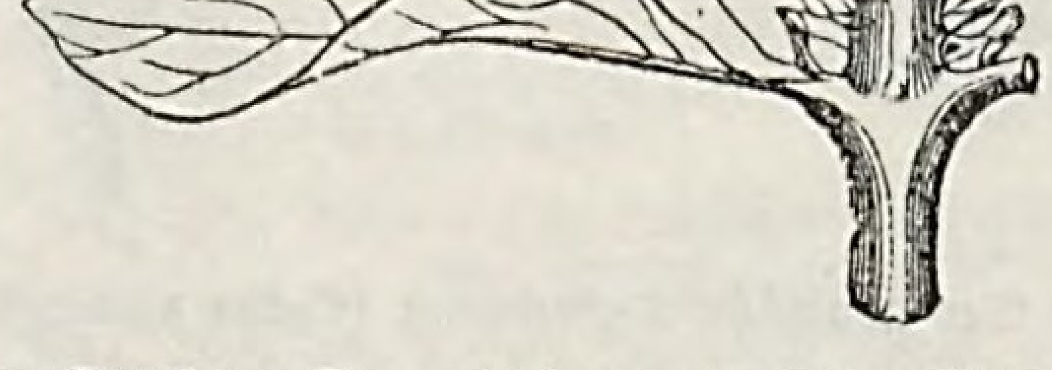
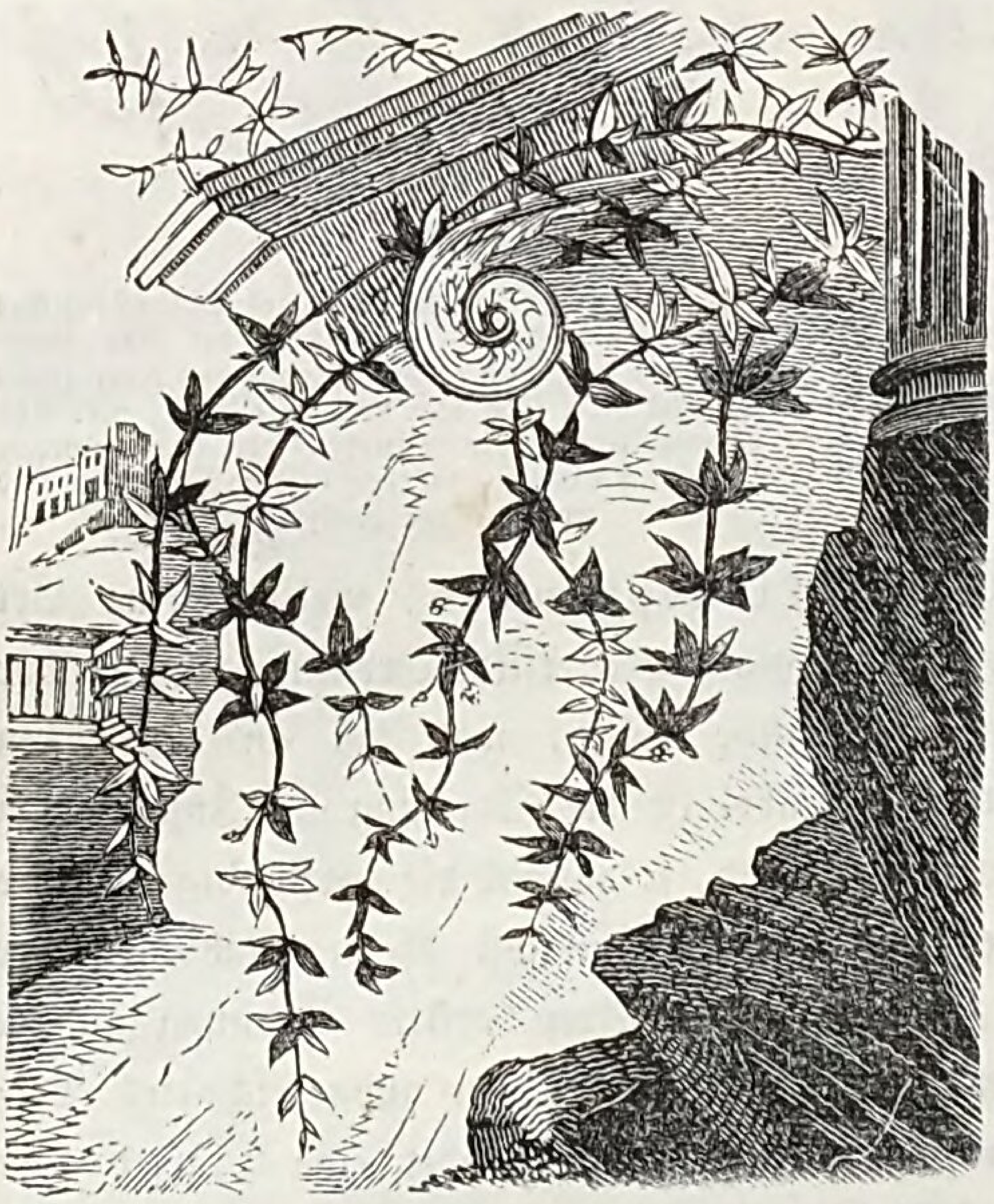


Fig. 483. Ein Stück des Stengels des tartarischen Geißblattes (Lonicera tartarea), mit Nebenknospen. *

* *g* Ein Blatt; *b* Achselknospen, deren man vier bis fünf über einander bemerkt.

Blätter, welche abwechselnd durch sehr lange und durch unendlich kurze Internodien getrennt sind. Zwei Blätter, welche durch ein unendlich kurzes Internodium getrennt sind, scheinen, ganz wie die Blüthenblätter, auf gleicher Höhe zu stehen. Dabei sind dann die Säume der beiden gegenständigen Blätter, welche sich bis an den Stengel erstrecken, häufig miteinander verwachsen, so daß sie zusammen als eine einzige Blattfläche erscheinen, durch welche der Stengel mitten hindurchgewachsen ist. Das welsche Geißblatt (Lonicera caprifolium), welches man fast in jedem größeren Garten antrifft, gibt ein ausgezeichnetes Beispiel eines solchen „durchwachsenen" Paarblattes. — Die Früchte des Schneebeerenstrauches (Symphoricarpus racemosus) sind sehr geeignet zur Untersuchung der Beschaffenheit der Zellen, indem man im Winter aus denselben einen Brei herausquetscht, welcher aus zahlreichen, durch Auflösung vieler Zellen des Fruchtfleisches ganz von einander getrennten Zellen besteht.


Fig. 484. Die wilde Färberröthe oder Krappflanze (Rubia tinctorum).

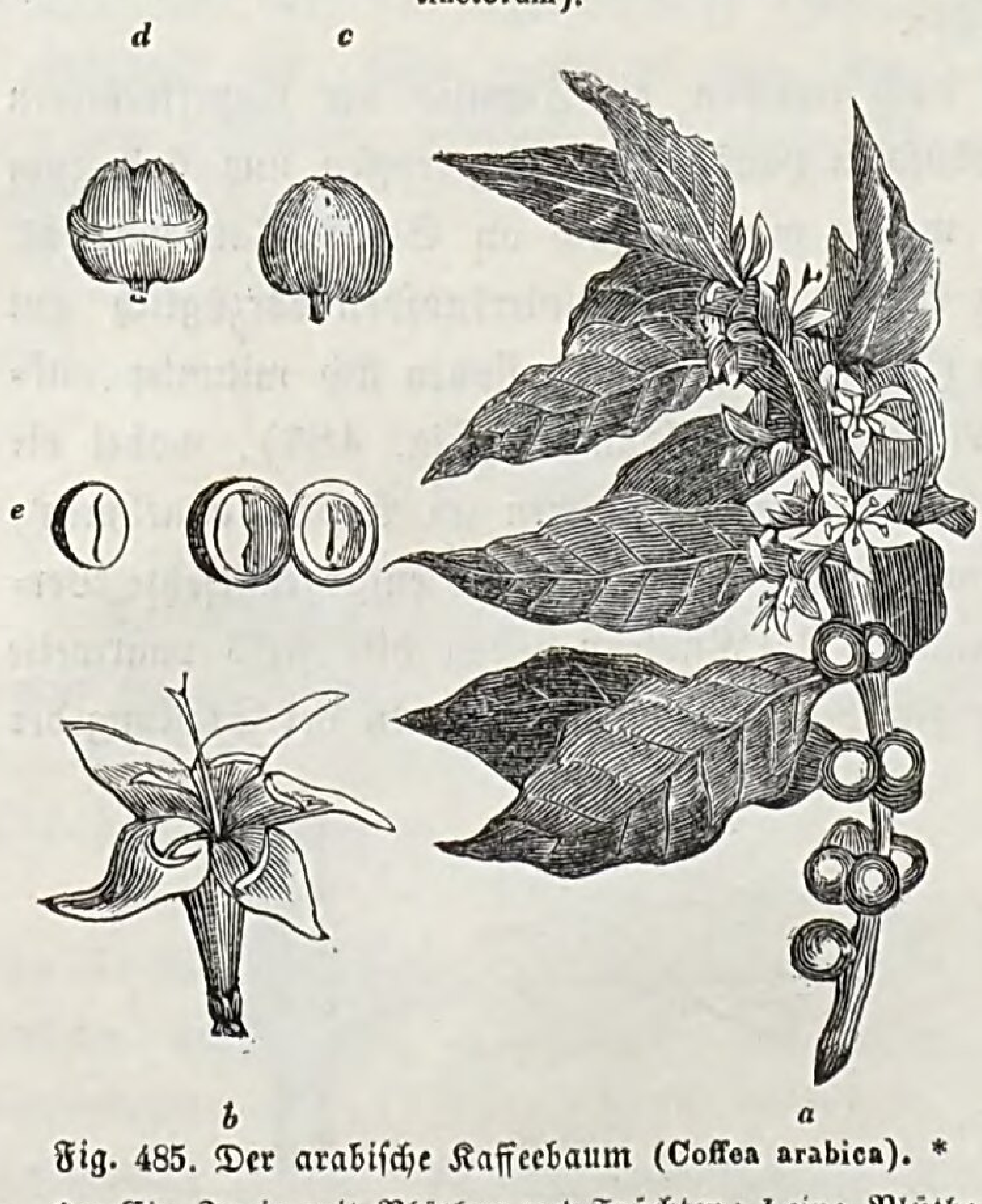


Fig. 485. Der arabische Kaffeebaum (Coffea arabica). *

* a Ein Zweig mit Blüthen und Früchten; b eine Blüthe für sich; c die kirschenähnliche Frucht; d dieselbe nach Hinwegnahme des oberen Theiles des Fruchtfleisches; e die Frucht senkrecht durchschnitten, in jeder Hälfte eine Kaffeebohne, und eine Kaffeebohne für sich.

Die Familie der Röthen (Rubiaceæ) enthält außer der wichtigen Färberröthe (Fig. 484), welche den Krapp liefert, in Deutschland nur geringe Kräuter, von denen die Labkräuter (Galium) in Hecken und Gebüschen gemein sind, der Waldmeister (Asperula odorata), das köstlich duftende Maitrankskraut, in schattigen Wäldern verborgen blüht und die kleine Scherardia (Sherardia arvensis) unter dem Getreide als Ackerunkraut angetroffen wird. In anderen Ländern sind dagegen auch strauch- und baumartige Rubiaceen zu finden, darunter manche, welche höchst wichtige Produkte liefern, wie z. B. der Kaffeebaum (Fig. 485).

Unsere einheimischen Rubiaceen haben meistens vierkantige Stengel, an welchen die Blätter höchst eigenthümlich vertheilt stehen; auf ein ziemlich langes Internodium des Stengels folgen nämlich jedesmal zunächst drei unendlich kurze, dann wieder ein langes u. s. w. Es rührt

daher, daß nicht allein, wie bei den Geißblattpflanzen, ein Blätterpaar auf ganz gleicher Höhe sich gegenüberstehend erscheint, sondern daß hier sogar zwei solche Paare, sich kreuzend, auf ganz gleicher Höhe zu stehen scheinen. Dazu kommt neben jedem dieser Blätter eine merkwürdige Entwicklung von Nebenblättchen, welche den Blättern selbst an Größe und Form im höchsten Grade zu gleichen pflegen; somit erscheinen denn zwölf, oder gewöhnlich, da die Nebenblättchen nicht immer beide neben jedem Blatte ausgebildet sind, nur zehn, neun, acht, sieben oder sechs Blättchen in einem Quirle um den Stengel gestellt, wie Strahlen eines Sternes, weßhalb man diejenigen dieser Pflanzen, welche die auffallendsten Quirle zeigen, Sternkräuter (Stellatæ) zu nennen pflegt. Die Vierzahl der Blätter tritt deutlich hervor in den Blüthen, in welchen die Phyllodien der zwei Blätterpaare jedes Quirles allemal einen der Blüthenquirle bilden. Die reichblüthigen, traubenförmigen Blühenstände entspringen theils auf dem Gipfel des Stengels, theils in den Achseln der Blätter, und man sieht hier an der Art der Verästelung, daß die zahlreichen Blättchen in der so eben erwähnten Weise zu erklären sind, indem stets nur in jedem Quirl aus den Achseln zweier sich gegenüberstehender Blättchen Zweigaxen entspringen, ganz wie dieses bei denjenigen Rubiaceen der Fall ist, deren Blätter nicht in Quirlen stehen, sondern in einzelnen Paaren, dabei aber auch fast immer wenigstens von kleinen Nebenblättchen begleitet sind (Fig. 485 bis). Der Kelch ist bei den Blüthen unserer Labkräuter (Fig. 486—488) meistens äußerst wenig bemerkbar, da er auch in dieser Familie nebst dem unteren Theile der Kronenblätter und der Staubfäden gänzlich mit dem Fruchtknoten verwachsen ist und nur in sehr kleine Höckerchen endigt, in welchen man die einzige Andeutung seiner vier Blattorgane findet. Vier Spitzen der Kronenblätter sind deutlich und frei ausgebildet, mit ihnen wechseln vier Staubfäden, und der Fruchtknoten, welcher meistens zweifächerig ist, trägt einen Griffel mit zweien

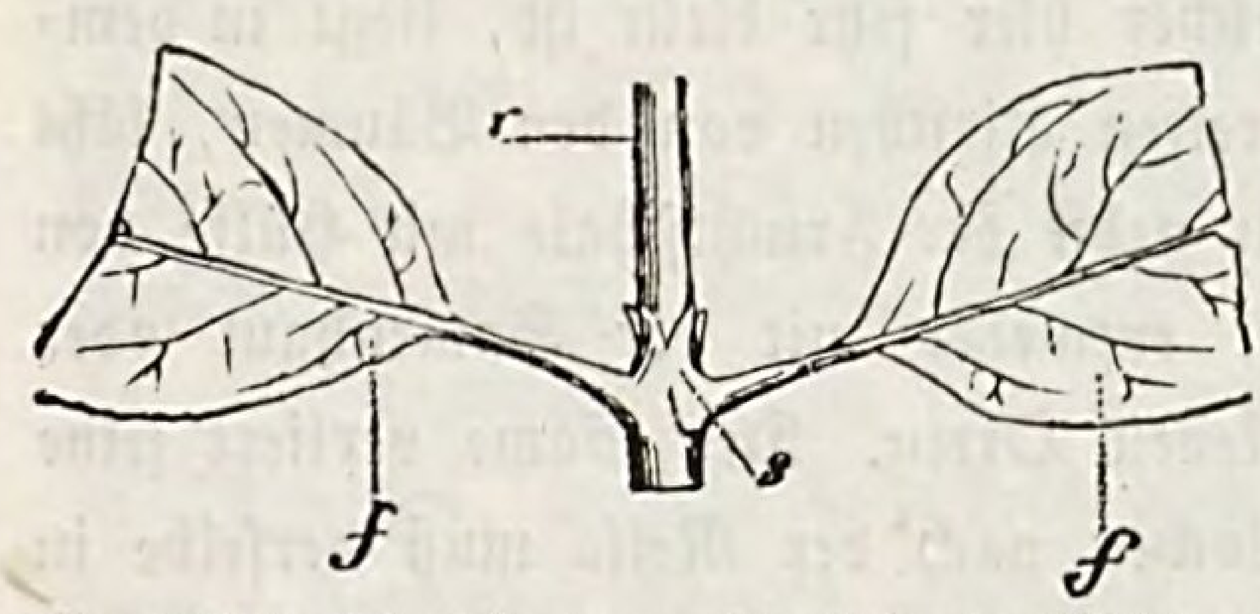


Fig. 485 bis. Die beiden gegenüberstehenden Blätter ff einer Rubiacee (Cephalanthus occidentalis), deren jedes an seinem Ursprunge zwei Nebenblättchen besitzt. Die dem Beschauer zugekehrten Nebenblättchen der beiden Blätter sind an der Vorderseite des Stengels r zu einem kleinen zweispitzigen Blättchen s verwachsen; ein eben solches steht auf der hinteren Seite.

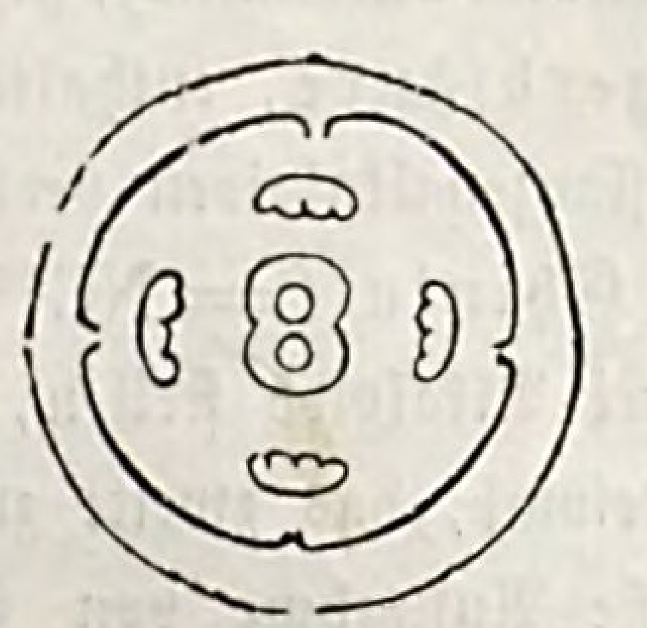


Fig. 487. Diagramm derselben Blüthe; vier vereinigte Kelchblätter, vier großentheils vereinigte Kronenblätter; vier Staubfäden; ein zweifächeriger Fruchtknoten mit zweien Samenknospen.

Fig. 488.

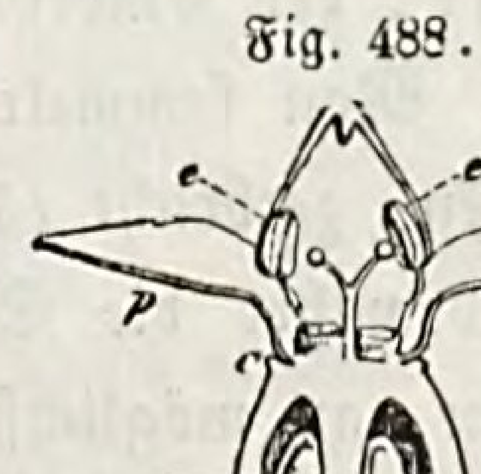
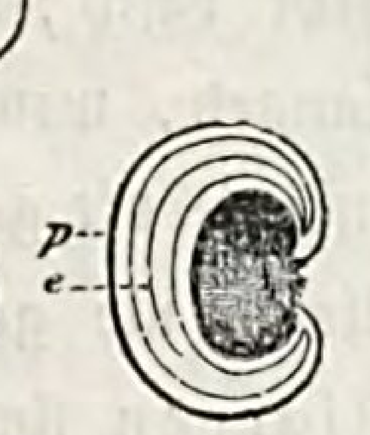


Fig. 486.







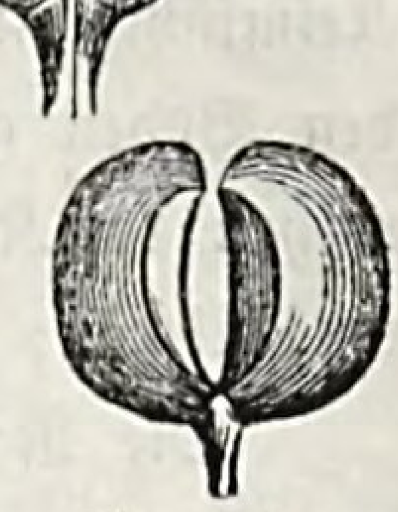


Fig. 489. Fig. 491. Fig. 490.

Fig. 486. Vergrößerte Darstellung einer Blüthe des weißen Labkrautes (Galium mollugo).

Fig. 488. Dieselbe Blüthe senkrecht durchschnitten. *

* o Fruchtknoten nebst den angewachsenen Theilen der Staubfäden, Kronenblätter und des Kelches; c höckerartige Spitzchen der Kelchblätter; p Kronenblätter; e Staubfäden.

Fig. 489. Eine Frucht der Färberröthe (Rubia tinctorum), etwas vergrößert.

Fig. 490. Die Frucht der Färberröthe, im Zustande der Reife, mit getrennten Fächern.

Fig. 491. Ein Same der Färberröthe senkrecht durchschnitten, um im Endosperm, p, den gekrümmten Embryo, e, zu zeigen.

Narben. Um den Grund des Griffels ist der Fruchtknoten schwielig drüsig aufgeschwollen, so daß im Grunde der Blüthe ein kleiner scheibenförmiger Kuchen bemerkbar ist; man nennt ein solches Gebilde eine gipfelständige oder epigynische Scheibe und benutzt dasselbe, weil es manchen Pflanzen zukommt, in ähnlicher Weise als Merkmal bei der Beschreibung, wie die sogenannte hypogynische Scheibe (Seite 881). Statt zweier Fruchtknotenfächer haben einige Rubiaceen deren vier, dann aber auch meistens zwei zweitheilige Narben oder zwei Griffel, deren jeder in zwei Narben endigt. In jedem Fruchtknotenfache findet sich gewöhnlich ein einziges achselständiges, aber umgekehrtes Samenknöspchen, welches sich später zu einem Samen mit dünner Samenschale, kleinem Embryo und einem, diesen allseitig umgebenden Endosperm entwickelt. Die Frucht der Labkräuter erscheint zweibuckelig und ist mit steifen, umgekrümmt hackigen Stachelhärchen besetzt, vermittelst deren sie wie Kletten sich an die Kleider und an das Fell der Thiere anheftet. Nach den beiden Karpellen trennt sich bei der Reife die Frucht in zwei Theile. Beim Kaffeebaume, welcher „immergrün" ist, tritt die Vierzahl der Blüthenorgane nicht so regelmäßig hervor, wie bei den europäischen Rubiaceen, vielmehr herrscht meistens die Fünfzahl. Die Frucht aber ist der unserer Labkräuter und der ächten Färberröthe (Fig. 489 bis 491) sehr ähnlich, zweifächerig. Die äußere Schicht der Frucht (Fig. 485, d), aus dem Kelche, den Kronenblättern und Staubfäden gebildet, wird hier bei der Reife zu einer rothen, fleischigen Beere, welche einer Kirsche ähnelt; die innere Schicht, den Karpellen entsprechend, wird eine pergamentartige Schale. In letzterer findet man zwei Samen, jeden von einer zarthautigen Hülle — den Samendecken — eng überzogen. Die Hauptmasse des Samens bildet hier das hornartig verhärtete Endosperm, welches ähnlich dem der Dattel und des Getreides eine Längsfalte besitzt, in welche die Samenhaut mit eingeht. Das Endosperm ist die eigentliche sogenannte Kaffeebohne; der Embryo, welcher hier sehr klein ist, liegt in demselben am unteren Ende. Man sammelt die reifen Kirschen von den Bäumen, läßt das Fruchtfleisch vertrocknen, zerbricht es dann nebst der Fruchtschale mit Hülfe von eigenen Maschinen und bewahrt die Samen, entweder mit der Samenhaut oder nach Entfernung derselben, an möglichst trockenen Orten. Der Same verliert seine Keimfähigkeit sehr rasch; höchstens einige Wochen nach der Reife muß derselbe in den Boden gelangen, wenn er nicht absterben soll. Man findet in den Kaffeevorräthen der Kaufleute oft ganze Fruchtschalen, welche noch zwei wohlerhaltene Samen umschließen; allein, nie gelingt es, sie zum Keimen zu bringen.

Die Rubiaceen sind reich an eigenthümlichen und wichtigen Substanzen. In der Rinde der hauptsächlich nur in Südamerika einheimischen Chinapflanzen, besonders des eigentlichen Fieberrindenbaumes (Cinchona officinalis), ist eine eigenthümliche, der Gerbsäure ähnliche Säure, die Chinagerbsäure, enthalten, welche nicht frei in derselben vorhanden, sondern mit dreien Pflanzenalkaloiden verbunden ist, nämlich mit dem Aricin ($= NC^{20} H^{12} O^3$), dem Chinin ($= NC^{20} H^{12} O^2$) und dem Cinchonin ($= NC^{20} H^{12} O$). Diese drei Alkaloide stellen, wie man sieht, eine Reihe dar, in welcher das erste Glied dreimal, das zweite zweimal so viel Sauerstoff enthält, als das dritte. Durch bloße Aufnahme von Sauerstoff vermag sich also das eine in die beiden andern zu verwandeln, und es ist sehr wahrscheinlich, daß dieser Prozeß in der Rinde der Chinapflanzen vor sich geht.

Auf den genannten Substanzen beruht die außerordentliche Wichtigkeit der Chinarinden, welche man in ausgezeichnetster Qualität von dem Fieberrindenbaume erhält, als Arzneimittel gegen das Wechselfieber und andere Krankheiten. — Der dem Kaffeebaume sehr nahe verwandte Ipecacuanhastrauch (Cephaëlis ipecacuanha) in Brasilien, enthält, namentlich in seinen Wurzeln, den sogenannten Brechwurzeln, einen das furchtbarste Erbrechen hervorrufenden Stoff, den Erbrechstoff, das Emetin, welches deßhalb zu wichtigen Arzneien benutzt wird. — Das Endosperm der Kaffeesamen, also die Hauptmasse der Kaffeebohnen, enthält Kaffeegerbsäure ($= C^{14} H^{8} O^{7}$), verbunden mit einem Alkaloide, dem Kaffeestoffe oder Kaffeïn ($= N^{2} C^{8} H^{5} O^{2}$). Das kaffeegerbsaure Kaffeïn ist in kaltem Wasser unlöslich, in warmem Wasser löst es sich auf. Es ist der wichtige Bestandtheil des Kaffees, welcher dieses Getränk zu einem so wohlthätigen belebenden und ermunternden Mittel macht. Der herrliche Duft der gebrannten Kaffeebohnen rührt von einem aromatischen Oele her, welches sich durch die Hitze der Röstung entwickelt. Merkwürdig ist, daß in mehreren anderen Pflanzenprodukten, welche zu Getränken benutzt werden, dieselben oder doch mit der Kaffeegerbsäure und dem Kaffeïn isomere Substanzen enthalten sind, welche der Instinkt der Menschen früher entdeckt zu haben scheint, als die Kunst der Chemiker. So enthält der Thee, sowohl der eigentliche chinesische Thee, als auch der Paraguaythee ebenfalls Kaffeegerbsäure und Kaffeïn, oder das dem letzteren isomere Theïn. Thöricht ist es, für den Kaffee Ersatzmittel (Surrogate) anzuwenden, welche, weil sie keine Spur der ihn charakterisirenden wichtigen Substanzen enthalten, in ihren Wirkungen keine Aehnlichkeit mit demselben haben können, als etwa die, einen braunen Absud zu liefern. Diesen erlangt man freilich leicht von allen gerösteten stärkemehl- oder zuckerhaltigen Pflanzenprodukten, von Getreidekörnern (Roggenkaffee), von Cichorienwurzeln (deutscher Kaffee), von Runkelrüben (Kaffeeextrakt) u. s. w. Besser würde man den Kaffee ersetzen können durch die Samen anderer Pflanzen aus der Familie der Rubiaceen, z. B. dem der Labkräuter (Galium), welche wirklich eine Spur von Kaffeïn enthalten. Uebrigens wird der Kaffee, seit der ursprünglich aus Oberägypten stammende, und von da nach Arabien eingeführte Kaffeebaum nicht allein in Ostindien, sondern besonders auch in Mittel- und Südamerika verpflanzt ist, in immer steigender Menge gewonnen und so reichlich nach Europa gebracht, daß es sich nicht der Mühe verlohnt, ein wirkliches Surrogat für denselben aufzusuchen.

Andere Rubiaceen sind für die Färberei von großer Wichtigkeit, besonders die in Deutschland und Holland vielfach angebaute Färberröthe. In den Zellen der Wurzeln dieser und einiger anderer Rubiagattungen ist eine gelbliche Flüssigkeit vorhanden, welche mit zunehmendem Alter der Pflanze dunkler wird. In diesem Zellensafte ist ein Alkaloid aufgelöst, das Alizarin ($= C^{20} H^{6} O^{6}$), welches aus der Flüssigkeit in morgenrothen Nadelchen auskrystallisirt. Durch einen in der Krappwurzel vor sich gehenden Gährungsprozeß verwandelt sich das Alizarin, indem es Kohlenstoff abgibt, in das herrlich rothe Purpurin ($= C^{18} H^{6} O^{6}$), den eigentlichen Farbstoff des Krapps, um dessentwillen die zerschrotenen Wurzeln der Färberröthe so bedeutende Anwendung in den Türkischrothfärbereien finden. Der Krapp taugt daher, je älter derselbe ist, um desto besser zum Färben.

Neunte Ordnung.

Die Drehblüthler Contortæ.

Eine sehr große Menge von Pflanzen zeichnet sich dadurch aus, daß ihre Blumen in der Knospenlage aussehen, als ob die Kronenblätter, welche sich unter einander dachziegelartig mit ihren Rändern übergreifend decken, rechts herum gedreht wären. Es ist diese Eigenthümlichkeit verbunden mit manchen anderen, welche sich nicht leicht beschreiben lassen und durch welche alle Pflanzen, welche dieses Merkmal zeigen, nebst einigen nahe verwandten, welche eine einfach klappige Knospenlage der Kronenblätter haben, sich als eine innig zusammenhangende Gruppe charakterisiren. Dabei zeichnet sich freilich wieder eine ziemliche Anzahl von kleineren Gruppen durch besondere Merkmale und Eigenthümlichkeiten aus, in Folge deren man dieselben als Familien unterscheidet.

Die Familie der Jasmineen (Jasmineæ) ähnelt in hohem Grade den Caprifoliaceen der vorigen Ordnung; es gehört dahin keine europäische und überhaupt keine besonders wichtige Pflanze.

Die Familie der Fliedern (Oleineæ) enthält zuerst den schönen Zierstrauch, welcher allgemein unter dem Namen spanischer Flieder oder Syringe (Syringa vulgaris) bekannt ist. Die schönen zugespitzt herzförmigen Blätter dieses Strauches besitzen auf der Oberseite gar keine Stomate, auf der Unterseite dagegen auf jedem Quadratzoll ihres Flächeninhaltes etwa 160,000; — Die Blüthen bilden einen herrlichen lilafarbigen oder weißen Strauß, mit traubenartiger Verästelung, ähnlich wie bei dem nächst verwandten Liguster= oder Rainweidenstrauche (Fig. 492), dessen Blüthen auch die nämliche Bildung zeigen. Der Kelch ist hier nicht an den Fruchtknoten angewachsen, aber seine vier Blättchen sind doch bis auf die freien Spitzen vereinigt: die Kronenblätter bilden eine Röhre, sind aber an ihren Spitzen getrennt und flach trichterförmig ausgebreitet. Bei dem spanischen Flieder ist die Frucht eine zweiklappige Kapsel, welche fachspaltig aufspringt und die ein bis zwei Samenkörner jedes Faches ausschüttet; beim Liguster

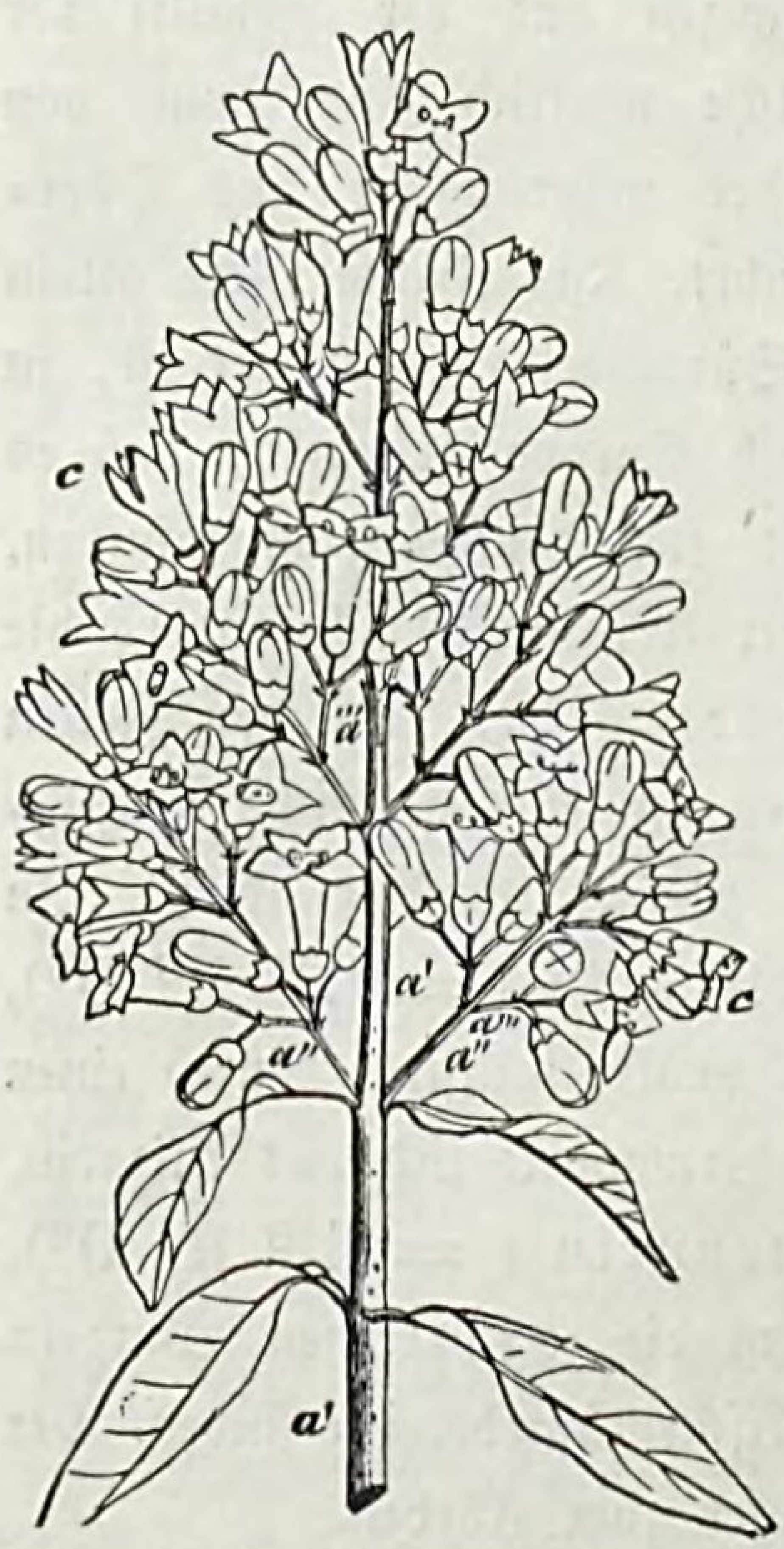


Fig. 492. Der Blüthenstand der Rainweide (Ligustrum vulgare).



Fig. 493. Ein Zweig des Oelbaumes (Olea europæa) mit Blüthen; daneben eine Olive in halber Größe.

sieht man im Winter die Früchte als zweifächerige, zwei bis viersamige schwarze Beeren auf den Blüthenzweigen. Sehr nahe verwandt ist auch der schöne immmergrüne Oelbaum (Fig. 493), dessen Früchte, die Oliven, in ihrem Fleische das bekannte fette Oliven- oder Baumöl enthalten, durch welches der Baum für die Länder Südeuropa's bis zum 45° nördl. Br. ein reicher Schatz ist. Die nahe Verwandtschaft der genannten Bäume könnte sich, wenn nicht durch die Blüthen, schon dadurch verrathen, daß der Blasenkäfer, die sogenannte spanische Fliege oder Cantharide (Seite 365) an allen denselben ganz ohne Unterschied seinen Aufenthalt hat. — Auch die Esche (Fig. 494), jener ausgezeichnet schlanke Baum mit äußerst zähem Holze und zusammengesetzten gefiederten Blättern, gehört zu der nämlichen Familie, obwohl bei derselben von Kelch- und Kronenblättern keine deutliche Spur bemerkbar ist, so daß die Blüthchen ganz nackt nur Antheren und Fruchtknoten, von denen oft noch dazu das eine oder andere Geschlecht fehlschlägt, auf den Stielchen zeigen. Hier bildet der Fruchtknoten später eine lange schmale Flügelfrucht (Fig. 495), welche zweifächerig, aber meistens nur einsamig ist. Das Geschlecht der Eschen umfaßt sehr viele (gegen 40) verschiedene Arten; die gemeine Esche hat mitunter sehr verlängerte Internodien der Zweige, welche dabei obendrein am Stamme abwärts gerichtet stehen und somit stark niederhangen, so daß diese Varietät als „Traueresche" angepflanzt wird. Nicht selten bilden sich an den Zweigen ausgezeichnete Bandirungen.



Fig. 494. Ein Zweig der gemeinen Esche (Fraxinus excelsior) mit drei Blättern und einem Fruchtbüschel; daneben ein Blüthenbüschel.

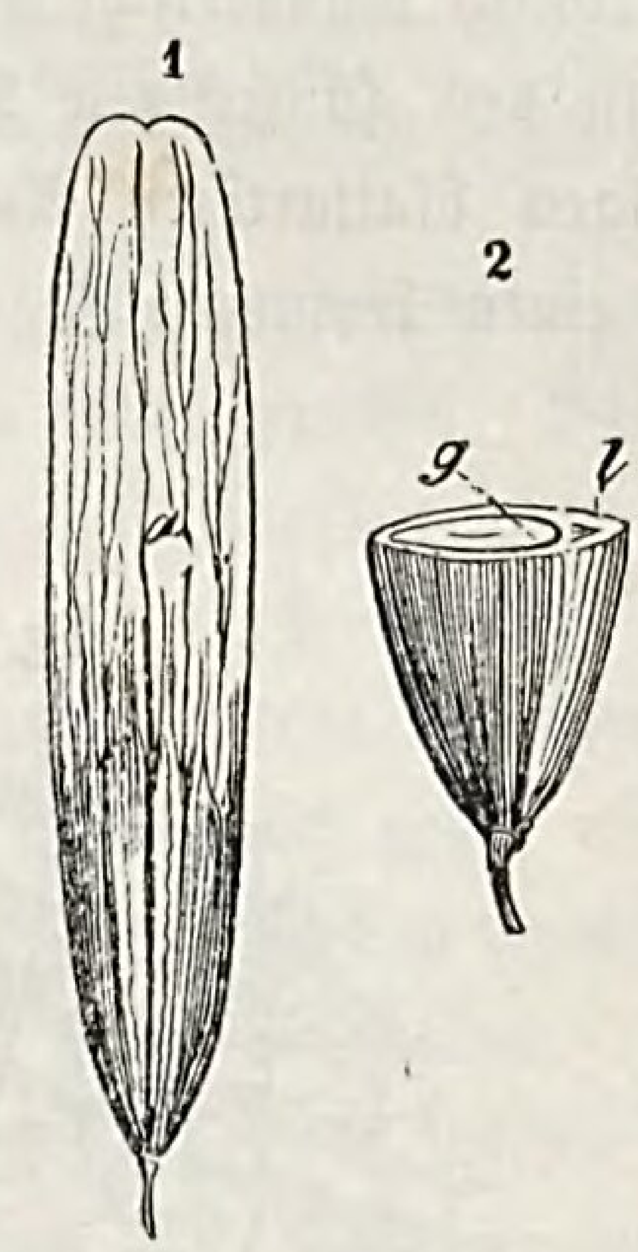


Fig. 495. Flügelfrucht der spitzblätterigen Esche (Fraxinus oxyphylla.) *

* 1 Die ganze Frucht; 2 der untere Theil quer durchschnitten, um zu zeigen, daß derselbe zwei Fächer enthält, von denen das eine, *l*, durch den Samen, welcher sich in dem anderen, *g*, entwickelt, ganz verdrückt wird und fehlschlägt.

Die Familie der Longanieen (Longanieæ) gehört ganz der heißen Zone an und enthält keine wichtigen Gattungen. Wichtiger ist die Familie der Apocyneen (Apocyneæ), zu welcher das Sinngrün oder Immergrün (Vinca minor), der fliegenfangende Hundskohl (Apocynum androsæmifolium), der als Ziergewächs jetzt so allgemein beliebte Oleander (Nerium oleander) und der Brechnuß- oder Krähenaugenbaum (Strychnos nux vomica) zu rechnen sind. Die Pflanzen dieser Familie könnten füglich mit der Familie der Asklepiadeen (Asclepiadeæ) vereinigt werden, wenn sie sich von derselben nicht durch die Beschaffen-

heit des Pollen unterschieden, welcher bei den Apocyneen aus pulverig getrennten Zellen besteht, bei den Asklepiadeen dagegen ganz den klebrigen Zusammenhang hat, welche wir bei den Pollen einiger Orchideen (Seite 865) kennen lernten. Ein Beispiel für die Bildung der Fortpflanzungsorgane in der Blüthe der Apocyneen bietet das Sinngrün, sowie der Oleander. In letzterem sind die Staubfäden über die Antheren hinaus in einen behaarten Pinsel verlängert (Fig. 496). Bei allen sind die Fruchtknoten ziemlich getrennt, die dicken Narben der Griffel aber in einen scheiben- oder stumpf pyramidenförmigen Körper verwachsen. Beispiele für die, übrigens mit Ausnahme der Staubfäden, sehr ähnlichen Asklepiadeen sind einige in Deutschland wildwachsende Pflanzen aus dem Geschlechte der Hundswürger (Cynanchum), und die aus Nordamerika stammende, in Südeuropa und Syrien anstatt des Hanfes häufig angebaute Seidenpflanze (Fig. 497). Auch gehört hieher die durch ihren Wuchs an die Cactuspflanzen erinnernde Stapelia (Stapelia variegata) mit ihren fleischigen, eckigen und mit zackigen Vorsprüngen besetzten Stengeln und den dickfleischigen, schwarz und gelb melirten Kronenblättern ihrer Blumen, von deren aashaftem Dufte die Fleischfliegen angelockt werden (Seite 407). Die Darstellung der Blüthen- und Fruchtbildung einer Seidenpflanzenart möge zur Erläuterung der charakteristischen Merkmale dieser Familie dienen. Die Fünfzahl ist fast in allen Quirlen herrschend (Fig. 498 bis 501). Die Staubfäden haben eine unbeschreiblich wunderliche Form, indem sie hinter den Antheren, welche letztere unmittelbar an den fünfeckigen Narbenkörper angewachsen sind, sich in Form eines dicken fleischigen blattartigen Ansatzes erheben, welcher auf seiner einwärts gerichteten Fläche einen krummen Kegelzapfen, eine Art Horn, trägt. Dieses Horn neigt



Fig. 496. Vergrößerte Darstellung eines Staubfadens des Oleander (Nerium oleander). *

* f Filament; ll Antherenfächer; c das pinselartige verlängerte Connektiv.



Fig. 497. Die Seidenpflanze (Asclopias syriaca).



Fig. 498. Eine Blüthe der weißen Seidenpflanze (Asclopias nivea), etwas vergrößert. *

* p Die fünf Kronenblätter, abwärts zurückgelegt und die Kelchblätter ganz verdeckend; a die fünf blattartigen Ansätze der Staubfäden, welche die Antheren und den Narbenkörper ganz verdecken.



Fig. 500. Diagramm derselben Blüthe. Fünf Kelchblätter, fünf Kronenblätter, fünf Staubfäden, ein zweifächeriger Fruchtknoten, welcher einen fünfeckigen Narbenkörper trägt.

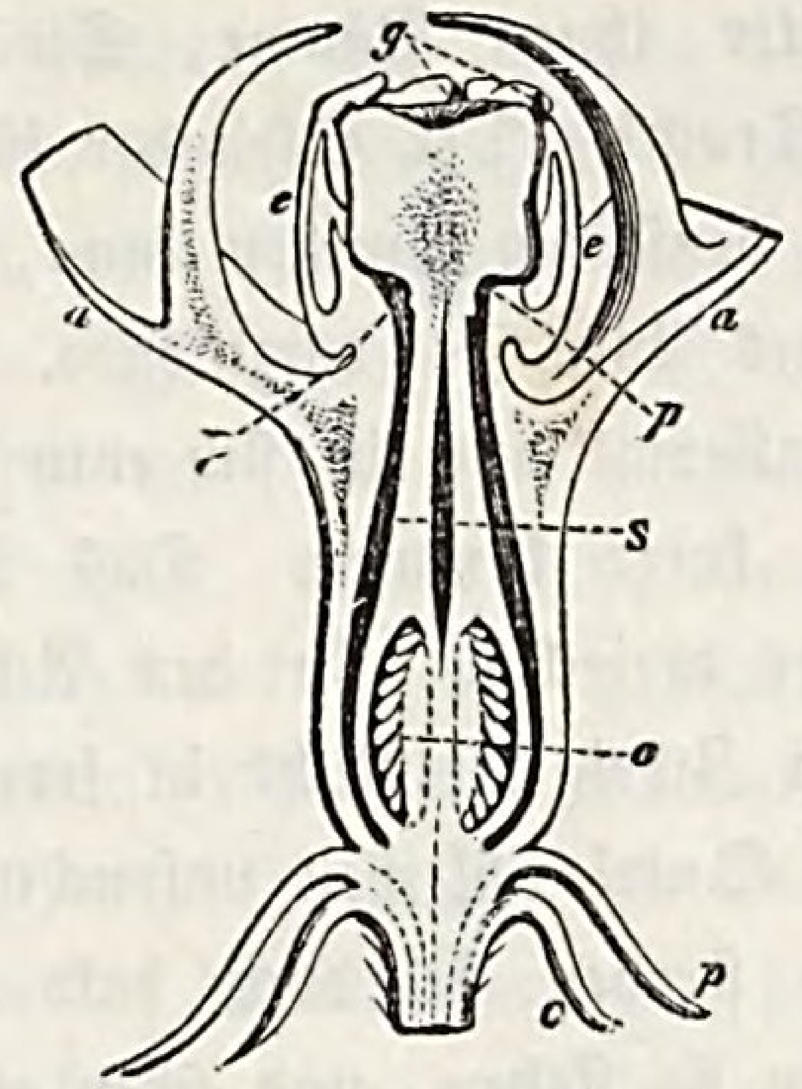
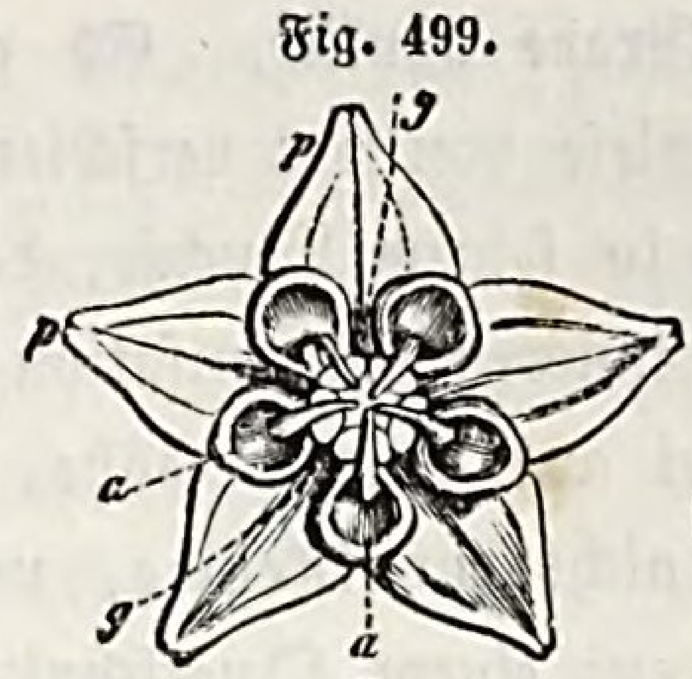
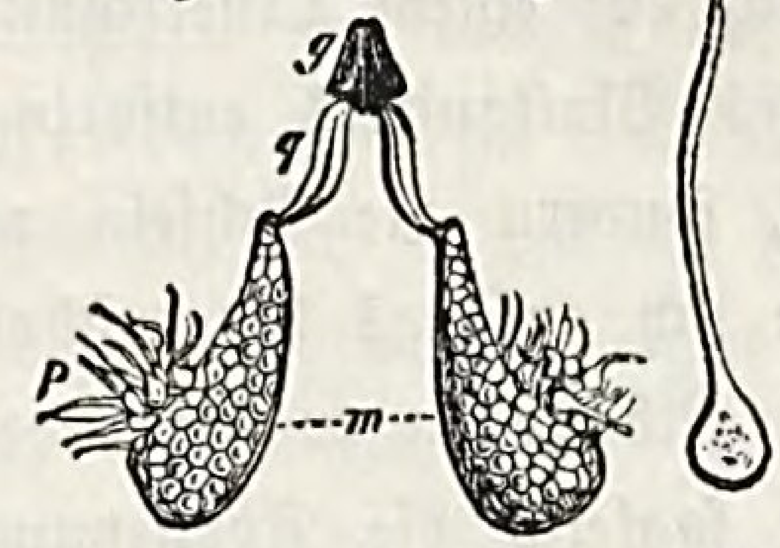


Fig. 501. Dieselbe Blüthe, stärker vergrößert, senkrecht durchschnitten. *

* *c* Kelchblätter; *p* Kronenblätter; *a* Ansätze der Staubfäden mit ihren Hörnern; *e* die an die Narbe gedrängten Antheren; *g* Saftmale; *p* der Narbenkörper; *s* Griffel, welche getrennt sind; *o* Samenknospen.

Fig. 499.





1 2

Fig. 502.

Fig. 499. Dieselbe Büthe, von oben gesehen. *

* *p* Kronenblätter; *a* die Ansätze der Staubfäden mit ihren zum Mittelpunkte gerichteten Hörnern; *g* die an den Narbenkörper angehefteten Antheren.

Fig. 502. Der Pollen der weißen Seidenpflanze. *

* 1 Vergrößerte Darstellung zweier Pollenmassen *m* aus den zwei Fächern einer Anthere, durch schwanzartige Schleimmassen an einen gemeinsamen Körper *g* geheftet, den die Vereinigung von zweien honigaussondernden Drüsen am Grunde der Anthere bildet; *p* Pollenzellen, welche schon Pollenschläuche zu bilden begonnen haben. — 2 eine Pollenzelle mit ihrem Pollenschlauche, stärker vergrößert.

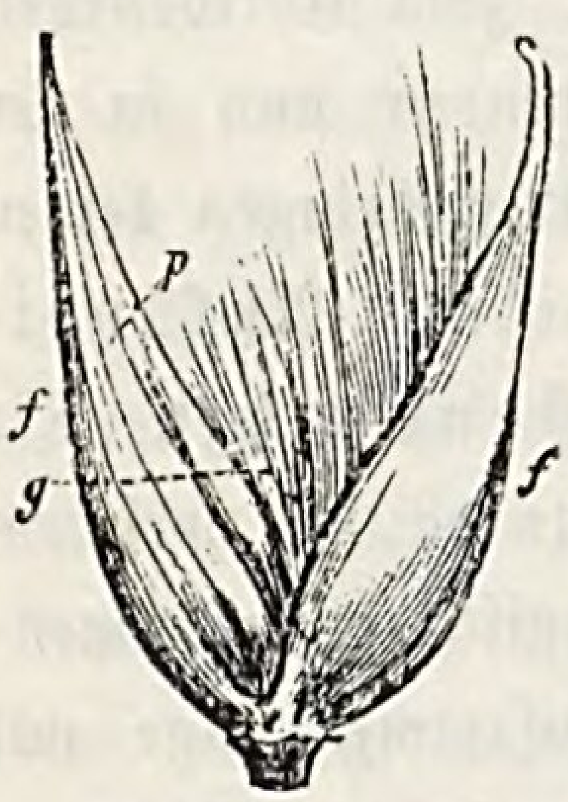
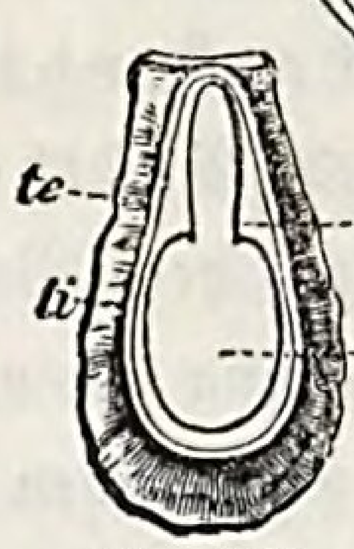


Fig. 503.

Die Frucht der weißen Seidenpflanze, schon aufgesprungen. *

* *ff* Die beiden Kapseln der Frucht; *g* Haarkronen der Samenkörner, welche in der einen Kapsel liegen; *p* der Samenträger, längs welchem die beiden Kapseln auseinander gesprungen sind.



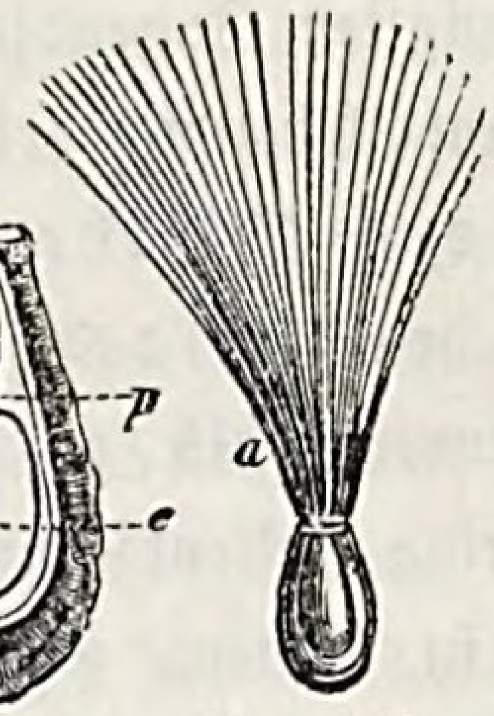


Fig. 505. Fig. 504.

Fig. 504. Ein Samenkorn mit seiner Haarkrone *a*.

Fig. 505. Das Samenkorn allein, stärker vergrößert, senkrecht durchschnitten, ohne die Haarkrone. *

* *te* Dicke äußere Samendecke; *ti* zarte innere Samendecke; *p* Endosperm; *e* Embryo, das Axenorgan nach oben kehrend.

sich über die Anthere und die Narbe zum Mittelpunkte. Die blattartigen Theile der Ansätze sehen in der Blüthe auf den ersten Blick aus wie ein Kranz von Kronenblättern; man nennt sie daher auch wohl eine „Nebenkrone". Bei den Apocyneen ist diese am ausgezeichnetsten. So erscheint dieselbe beim Oleander wirklich als eine Verdoppelung des Kronenblätterquirles, indem die Nebenkronenblätter vollkommen den Kronenblättern ähneln, wobei sie an ihrem Rande in Spitzchen auslaufen. Jede Anthere ist zweifächerig und sehr ähnlich derjenigen der Orchideen. Die beiden kolbenförmigen Pollenmassen der zwei Fächer hangen an ihrem Grunde zusammen (Fig. 502) und heften sich, aus den Fächern hervortretend, an eine Honig aussondernde Fläche, ein sogenanntes Saftmal des Narbenkörpers. Solcher Saftmale finden sich fünf, jedes gerade vor einer Anthere stehend. Der Fruchtknoten ist zweifächerig und trägt in jedem Fache zahlreiche Samenknospen; die des einen Faches schlagen meistens fehl, während sie im andern Fache sich zu dickhäutigen Samen ausbilden, deren Samendecke in ein Krönchen langer seidenartiger Haare verlängert ist (Fig. 503 bis 505).

Die Apocyneen und Asklepiadeen bilden, die Verschiedenheit der Antheren und des Pollen abgerechnet, durchaus eine gemeinsame Familie; beide verhalten sich im

höchsten Grade ähnlich. Es gibt unter ihnen Bäume, Sträucher und Kräuter, und alle diese von der verschiedensten Tracht. Der Oleander ist so regelmäßig und so einfach in seinem Wuchse, daß man denselben benutzen kann, um den Zusammenhang der inneren Organisation und des Wuchses darzulegen. Die Blätter stehen immer drei auf gleicher Höhe, indem allemal auf ein sich entwickelndes Internodium zwei sich nicht entwickelnde, unendlich kurze kommen. Das Mark dieser Pflanze zeigt sich auf einem Querschnitte immer dreieckig. In den Achseln der drei Blätter eines Blattquirles entspringen drei Zweige. Nicht in jedem Quirl entwickeln sie sich, sondern die Achseln mehrerer Quirle bleiben unfruchtbar, oder wenn die Zweige sich anfangs hervorschoben, so sterben sie doch bald wieder ab. Nur in gewissen Abständen von einander bleiben sie stehen, und über einem solchen Punkte verliert sogleich die Fortsetzung der Hauptaxe die Vegetationskraft, erzeugt nur noch geringe Deckblättchen und Blüthen, welche uns hier gleichsam aus einem Mangel an Vegetationskraft hervorzugehen scheinen, und sterben nach der Blüthe mit der Samenreife ab. Die Fortpflanzung, die Bildung der, den Laubknospen gegenüber außerordentlich kleinen und verkümmerten, Samenknospen scheint der nicht weiter entwicklungsfähigen Axe allein noch möglich zu sein, um zum Fortbestehen der Art beizutragen. Die in der üppigsten Jugendfülle vegetirenden und in der Erzeugung von Zweigindividuen gleichsam lebendig gebärenden Axen bringen keinen Blüthenstand hervor. Die Erzeugung des Blüthenstandes ist die Ankündigung des Lebensendes der Axe, welche den Blüthenstand trägt. Die Blüthenstandsaxe stirbt mit der Samenreife bis zu dem Punkte ab, an welchem die drei Zweigaxen entsprungen sind; eine Zellenbildung im organischen Zusammenhange mit jenen Zweigaxen, dagegen in keinem organischen Zusammenhange mit der Blüthenstandsaxe, welche ja der Säfte bereitenden Blätter entbehrt, führt zur völligen Ablösung der Blüthenstandsaxe, deren Stelle sodann eine Narbe bezeichnet. Jeder der drei Zweige verzweigt sich, nachdem die Achseln einiger Blätterquirle unfruchtbar geblieben sind, abermals, und jeder endigt ebenso, wie zuvor die Hauptaxe, mit einem Blüthenstande und stirbt dann bis zum Ursprungspunkte der Axen dritten Grades ab. Die neun (3×3) Axen dritten Grades haben denselben Entwicklungsgang und dasselbe Ende, und die dreimal neun Axen vierten Grades ebenso.

Die Oberhaut (Epidermis) der Blätter des Oleanders besteht aus mehreren regelmäßigen Zellenschichten über einander; die Blätter haben daher eine sehr lederartige Beschaffenheit — eine Eigenthümlichkeit aller immergrünen Blätter, welche jedoch meistens nur durch eine starke Verdickung der äußeren Wandung der Zellen einer einfachen Epidermisschicht hervorgebracht wird. So ist es beim Sinngrün, dessen Blätter obendrein mit einer Firnißschicht bedeckt sind, ganz wie die Wedellappen der Cykadeen und die Nadeln der Coniferen. Es scheint, daß diese dicke Schicht einer jedenfalls zur Mittheilung der Temperatur nicht sehr geeigneten Substanz sehr wesentlich mit der Ausdauer der „immergünen" Blätter zusammenhange, indem sie dieselben im Sommer gegen die Hitze, im Winter gegen die Kälte einigermaßen schützen kann. Die Blätter des Oleanders lassen deutlich durch einen Unterschied der Färbung die mit Chlorophyll stark erfüllten Zellen des Parenchyms von den dieses Farbstoffes ganz entbehrenden Gefäßbündeln unterscheiden. Es hangt

dieser Mangel der Färbung der letzteren Theile des Gewebes damit zusammen, daß die Oberhaut da, wo sie die Gefäßbündel überzieht, gar keine Spaltöffnungen besitzt. Beim Oleander ist das Parenchym sehr dunkel, während die Gefäßbündel das Licht durchschimmern lassen; daher ist jene Verschiedenheit hier auffallender, obgleich sie bei allen Pflanzen und aus dem nämlichen Grunde vorhanden ist.

Eine Merkwürdigkeit, welche nicht unerwähnt bleiben darf, ist die noch völlig unerklärbare Reizbarkeit der zahnartigen Spitzchen am Rande der Nebenkronenblätter der Staubfäden des sogenannten fliegenfangenden Hundskohls. Sobald ein Insekt, vom Honigsafte der Blüthe angelockt, sich in dieselbe setzt, um aus den Saftmalen der Staubfäden und der Narbe zu naschen, so neigen sich jene Spitzchen der Nebenkrone über demselben zusammen, und lassen nicht eher wieder los, als bis das Insekt in Folge seines Todes völlig aufgehört hat, sich zu bewegen. Wir werden ähnliche Erscheinungen noch bei einigen andern Pflanzen kennen lernen.

Viele Apocyneen und Asklepiadeen sind ausgezeichnete Lianen. Die Wachsblume (Hoya carnosa), welche man häufig in Zimmern zieht, deren eirunde Blätter dicklederig erscheinen, und deren doldenähnlicher Blüthenstand von giftigem Honig träufelt, geben wenigstens eine schwache Vorstellung von dem Charakter dieser Gewächse in der heißen Zone. Es haben diese Pflanzen einen sehr entwickelten Bast, und die sogenannte syrische Seidenpflanze (Fig. 497) wird wegen der feinen und äußerst haltbaren Fasern, welche sie liefert, dem Hanfe vorgezogen und vielfach cultivirt, wobei die Seidenhaare ihrer Samenkronen noch nebenbei der Baumwolle ähnlich benutzt werden können. Die Bastfasern dieser Familien haben eine wichtige Verwandtschaft zu den Milchsaftgefäßen — indem sie ganz allmählig in solche überzugehen scheinen — man könnte sagen, die Milchsaftgefäße seien selber Bastfasern, oder die Bastfasern enthalten den Milchsaft. Es ist dieser Umstand von Interesse, da wir über die Bedeutung und Entstehung beider Arten von Elementarorganen noch so wenig wissen.

Die meisten Pflanzen beider Familien sind sehr giftig, die Apocyneen jedoch in höherem Grade als die Asklepiadeen. Das Gift ist vorzugsweise in ihrem Milchsafte enthalten, welcher bei sehr vielen weiß gefärbt, bei einigen aber auch farblos ist, wie beim Oleander. Es sind eigenthümliche Alkaloide, welche die giftige Wirkung hervorbringen, und welche zwar nicht selten die traurigsten Unglücksfälle herbeiführen und in der Hand des mordsüchtigen Wilden zur furchtbarsten Waffe werden, durch die Wissenschaft des Arztes dagegen eben so oft den Tod verscheuchen und die Qual der heftigsten Schmerzen lindern. Alle diese Alkaloide der Apocyneen und Asklepiadeen sind Narkotika. Das Strychnin, welches aus den Brechnüssen oder Krähenaugen, dem mit dickem, hornigen Endosperm versehenen Samen des Brechnußbaumes, sowie aus der Rinde und anderen Theilen dieses Baumes und mehrerer anderer Gewächse des Strychnosgeschlechtes gewonnen wird, ruft den furchtbarsten Starrkrampf hervor, welcher mit Betäubung und mit dem Tode durch die Unmöglichkeit der Athmungsbewegungen endigt. Und doch ist eben diese Substanz in neuerer Zeit eins der glücklichsten Heilmittel geworden!

Die Familie der Enziane (Gentianeæ) ist den beiden vorigen Familien sehr nahe verwandt. Es gehört zu derselben das Tausendgüldenkraut (Fig. 506),

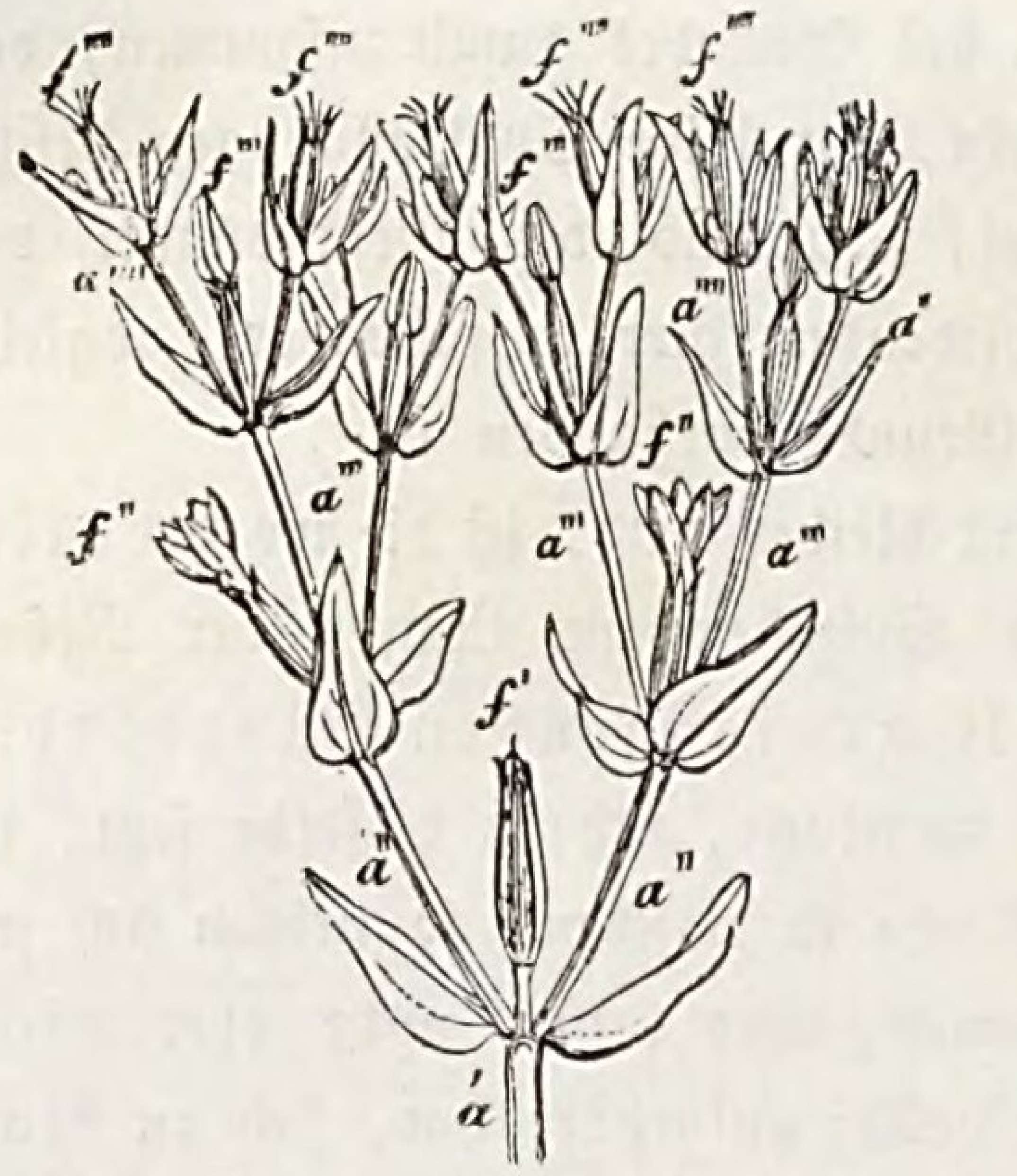


Fig. 506. Der dichotome Blüthenstand des Tausendgüldenkrautes (Erythræa centaurium).*

* a' Hauptaxe, welche mit der Blüthe f' endigt; a'' Axen zweiten Grades, in der Achsel von zweien Blättchen neben der Blüthe f' entspringend und mit den Blüthen f'' endigend; a''' Axen dritten Grades, welche mit den Blüthen f''' endigen; a'''' Axen vierten Grades, welche mit den Blüthen f'''' endigen, neben welchen man noch jederseits eine Achselknospe bemerkt. Die Inflorescenz ist regelmäßig, indem die Blüthen um so entwickelter sind, je mehr sie einer Axe früheren Grades angehören; f' ist schon eine Frucht; f'' f''' sind entfaltete Blüthen, die übrigen noch in der Knospenlage.

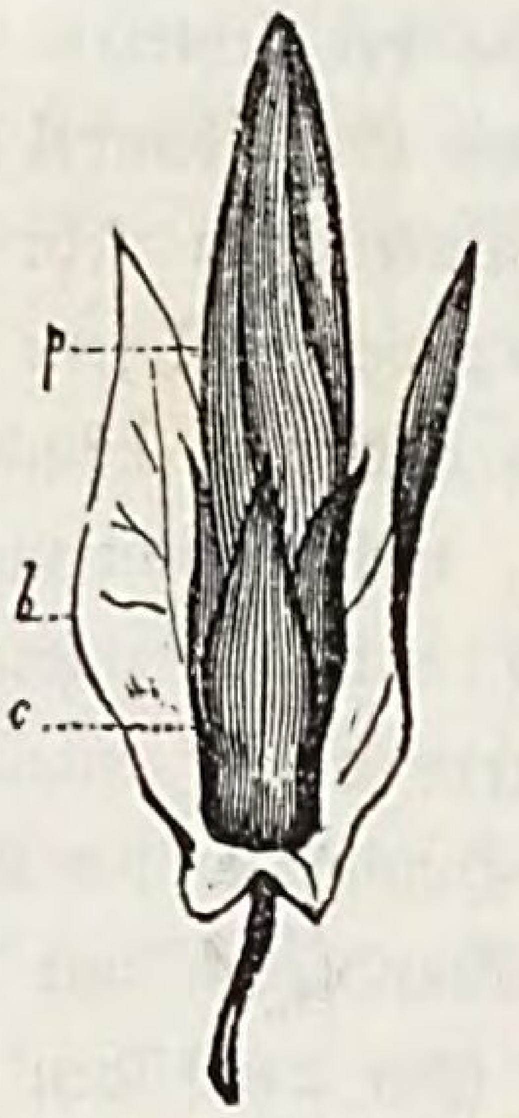


Fig. 507. Eine Blüthenknospe der weißen Heckenwinde (Convolvulus sepium). *

* b Zwei Deckblätter, welche unter der Blüthe stehen und am Grunde um den Stengel zusammengewachsen sind; c der Kelch, welcher in fünf Blattspitzen auslauft; p zusammengefaltete und gedrehte Krone.



Fig. 508. Diagramm des Kelches derselben Blüthe, um die Stellung der fünf Blätter zu zeigen.

welches durch seinen arzneikräftigen Bitterstoff ein beliebtes Arzneimittel, botanisch durch seinen Blüthenstand interessant ist, welcher immer die regelmäßigste Gabeltheilung (Dichotomie) durch zwei achselständige Axen darstellt, bei plötzlicher Endigung der Mutteraxe mit einer endständigen Blüthe.

Die Familie der Winden (Convolvulaceæ) besteht fast ausschließlich aus Lianen, deren einige von ausgezeichneter Schönheit bei uns in Gärten sehr häufig cultivirt werden, andere auf den Aeckern und in den Hecken wild wachsen. Der Stengel dieser Pflanzen zeigt, wenn er holzig ist, eine eigenthümliche Anordnung der Elementarorgane, welche sich übrigens bei allen holzigen Schlinggewächsen in der Regel findet. Es bildet hier nämlich das Holz einen Mittelstrang des Stengelkörpers, und rings um diesen sind innerhalb des Rindenparenchyms andere Holzbündel entwickelt, welche sich, nach dem Alter der Pflanze, mehr oder weniger zahlreich, in concentrischen Gruppen an das centrale Holz anlegen. Es sind diese Holzringe deutlich durch Rindenparenchym getrennt und die einzelnen Bündel derselben auch durch solches geschieden; dabei ziehen sich zwischen den Holzbündeln durch die Rindensubstanz Milchsaftgefäße, welche bei vielen Gewächsen dieser Familie eine ausgezeichnet weiße Flüssigkeit enthalten und welche durch die austretenden Tropfen auf einem Schnitte wie ein Netzwerk um die Holzbündel vertheilt erscheinen. Die gedrehte Lage der ganz zu einem Trichter vereinigten und in der Knospenlage gefalteten Kronenblätter, welche in der Knospe dieser Familie besonders ausgezeichnet ist (Fig. 507), steht in innigster Beziehung zu der stärkeren Ausbildung der einen Seite der Stengelaxe, durch welche die Windung dieser letzteren hervorgebracht wird, denn sie stimmt oft mit der Richtung der Stengelwindungen überein und ist, wie diese, bald links herum, so daß jedes Blatt über das ihm zur rechten stehende faltig übergeschlagen liegt (Fig. 508), bald rechts herum, jedes Blatt über das nächste zur Linken stehende übergefaltet.

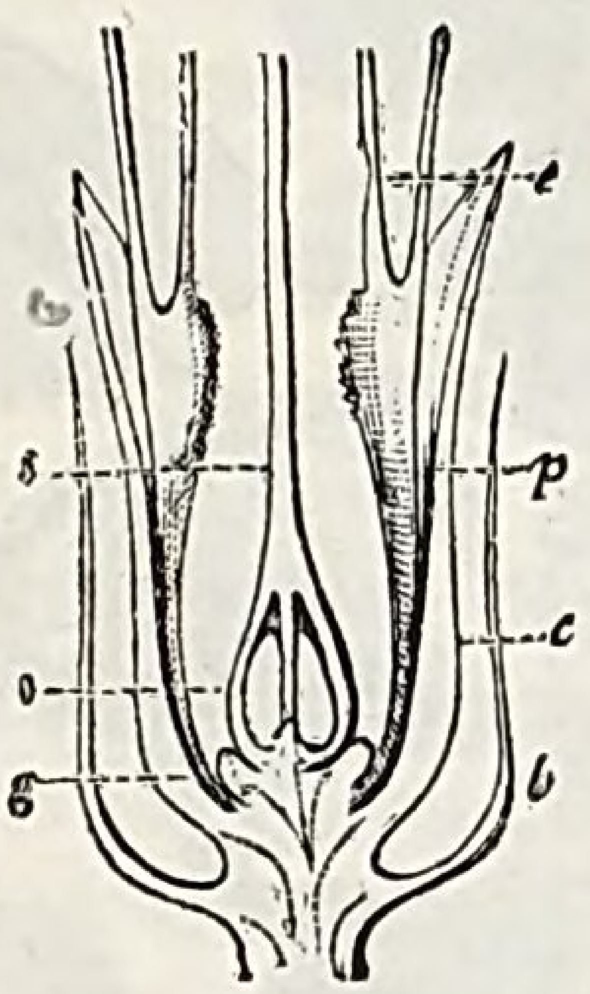


Fig. 509.
Der untere Theil der Heckenwindenblume, vergrößert, senkrecht durchschnitten. *

* b Deckblätter; c Kelchblätter; p Kronentrichter; e Staubfäden; s Griffel; o Fruchtknoten, in jedem Fache eine Samenknospe.

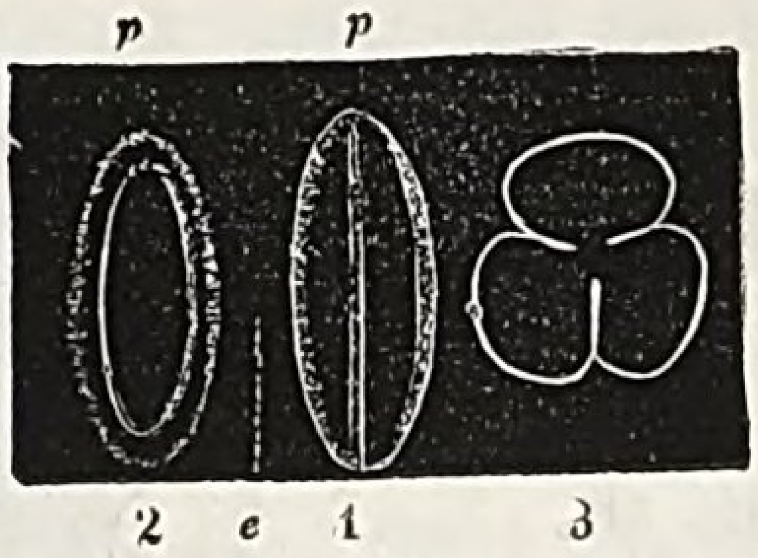


Fig. 510. Der Pollen der dreifarbigen Winde (Convolvulus tricolor) von zwei verschiedenen Seiten und im Durchschnitte, vergrößert.

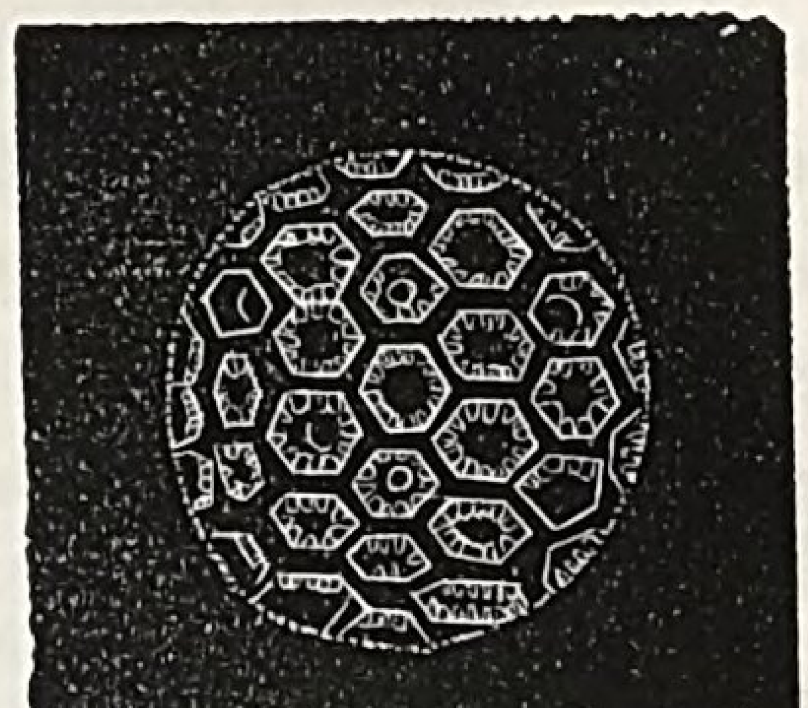


Fig 511. Eine Pollenzelle einer Ipomöa (Ipomoea) vergrößert, um den auffallenden Unterschied dieser Elementarorgane bei einer, den Convolvulusarten so nahe verwandten, früher ganz zu demselben Geschlechte gezählten Pflanzengattung zu zeigen.



Fig. 513. Der obere Theil des Griffels der Heckenwinde mit den zwei Narbenkörpern, vergrößert.

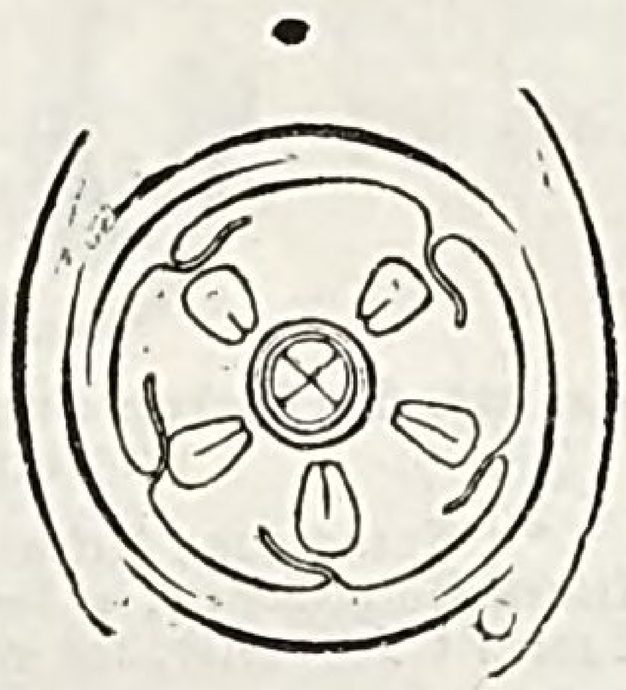


Fig. 512. Diagramm einer Blüthe der weißen Heckenwinde (Convolvulus sepium). Zwei Deckblätter, fünf Kelchblätter, fünf vereinigte und übereinander gefaltete Kronenblätter; fünf Staubfäden, ein vierfächeriger Fruchtknoten.

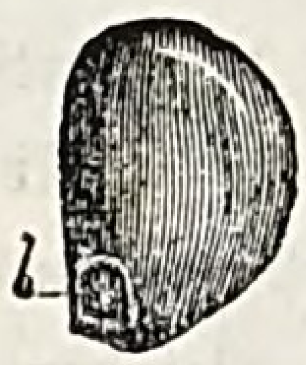


Fig. 515. Ein Samenkorn der Heckenwinde, vierfach vergrößert.*

* h Nabelpunkt.

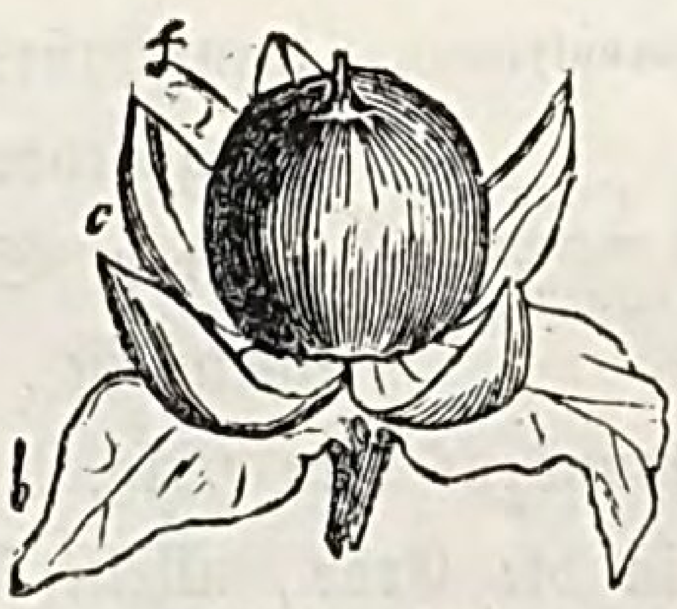


Fig. 514. Die Frucht der Heckenwinde f, von dem bleibenden Kelche c und den Deckblättern b umgeben.

Uebrigens geht mitunter bei einer und derselben Pflanze die eine Richtung in die andere über. Die Staubfäden sind an ihrem unteren Theile mit den Kronenblättern verwachsen, so daß sie auf diesen zu stehen scheinen (Fig. 509 bis 511). Während die sämmtlichen Blüthenorgane (Fig. 512) in fünfzähligen Quirlen stehen, was an dem Kronentrichter die Faltung und oft die fünfstrahlige Farbenzeichnung bekundet, macht allein der Fruchtknoten wieder eine Ausnahme, indem derselbe nur aus vier Karpellen gebildet zu sein pflegt, welche in ihm völlig vereinigt sind, jedoch theils an der Zahl der Fächer, theils an dem späteren Aufspringen erkannt werden können. Der Griffel (Fig. 513) ist einfach, selten doppelt, aber zweinarbig. Mitunter sind gar nur drei oder zwei Fruchtknotenfächer vorhanden; mitunter dagegen erscheinen auch vollzählige fünf. Der Kelch bleibt unter der Frucht stehen; der Kronentrichter dagegen löst sich an seinem Grunde los und fällt ab. Die Fruchtkapsel (Fig. 514), welche selten beerenartig fleischig ist, springt bei manchen nach der Samenreife deutlich klappig auf, bei anderen reißt sich durch einen wagerechten Riß der obere Theil unregelmäßig als eine Art Deckel los. Die großen eckigen Samenkörner (Fig. 515), welche in den Achseln der Karpelle entspringen, enthalten nur geringes Endosperm; die Cotyledonen füllen sie größtentheils aus und schon sie zeigen, bei sehr deutlicher Blattähnlichkeit, die auffallendste Zusammenfaltung, ja gleichsam Zerknitterung (Fig. 516 und 517).

Ein sehr merkwürdiges Wachsthum haben die Flachsseiden, Miniaturlianen, welche die Flachsstengel unserer Aecker und andere kleine Pflanzen ähnlich zusam-







Fig. 516. Fig. 517. Fig. 518.

Fig. 516. Der Embryo, stärker vergrößert.

Fig. 517. Durchschnitt durch die zusammengefalteten Cotyledonen des Embryo.

Fig. 518. Der Embryo der gemeinen Flachsseide (Cuscuta europæa), vergrößert. Die Cotyledonen fehlen gänzlich.

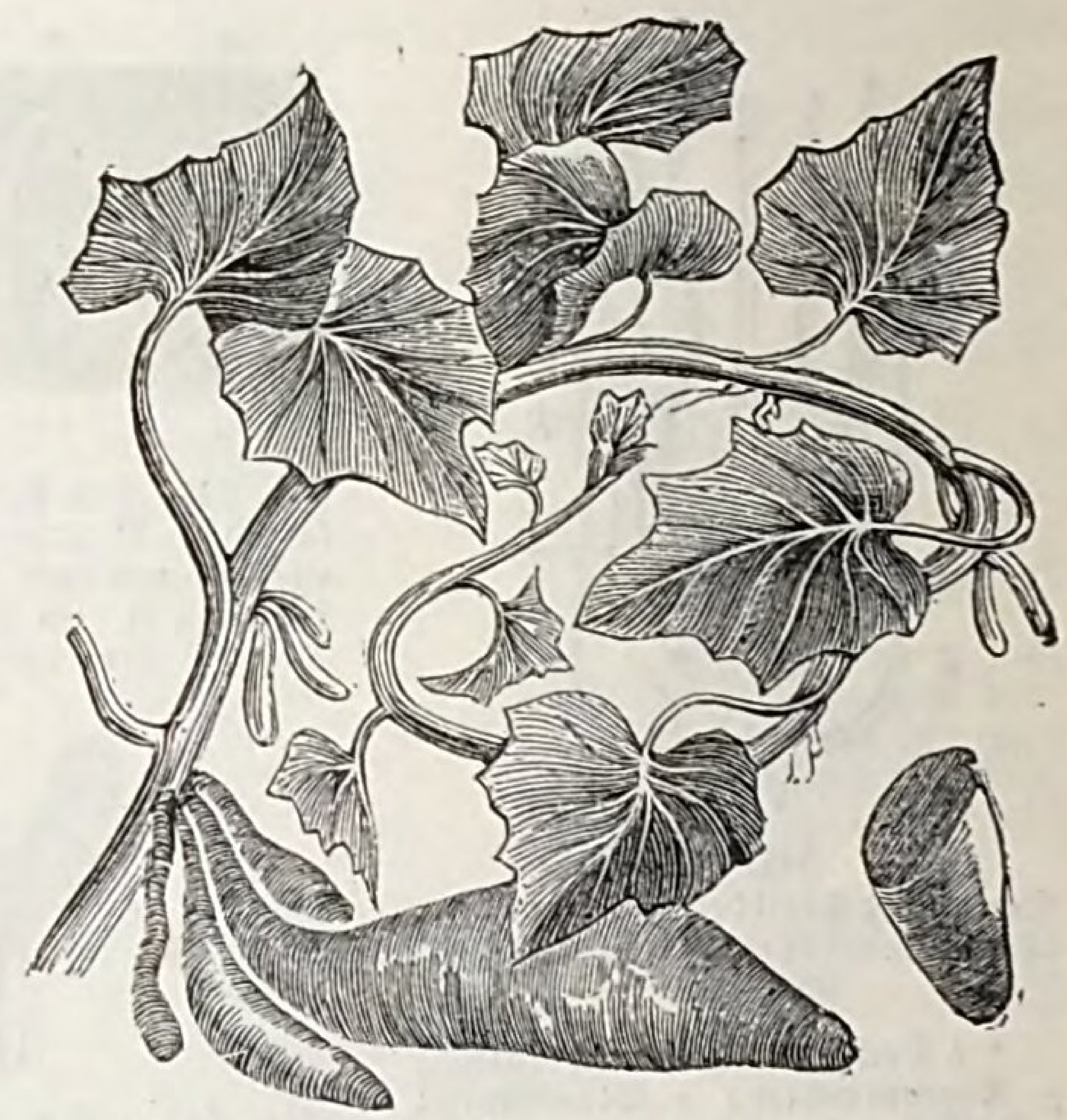


Fig. 520. Die Batatenpflanze (Ipomoea, s. Convolvulus batatas).



Fig. 519. Der Embryo einer Pekea (Pekea butyrosa), vergrößert. *

* t Axenorgan, dick angeschwollen; c die sehr kleinen Cotyledonen; s die Furche, in welche im Samen die Cotyledonen eingeschmiegt liegen.

menschnüren, wie die Riesenlianen der Tropengegenden die Bäume der dortigen Urwälder. Schon der Embryo dieser Pflänzchen ist, ganz ohne Spur von Cotyledonen, eine lange spiralig gewundene Axe (Fig. 518 und 519). Bei der Keimung wächst das erste Würzelchen in die Erde, allein sobald der Stengel, welcher einen völlig blätterlosen Faden darstellt, den Stengel einer anderen Pflanze erreicht, so treibt er Adventivwurzelchen, welche sich durch Endosmose von den Säften der Zellen jenes Stengels ernähren und sich somit zwischen diese hinein verlängern, gleichsam hineinsaugen. Die Erdwurzel stirbt dann gänzlich ab, und nun wächst das Schmarotzergewächs mit langen seidenartig feinen Stengel- und Zweigfäden an der ergriffenen Pflanze empor und verneſtelt sich zwischen den Zweigen derselben zu den verwirrtesten Knäueln. Blätter erscheinen nie; wohl aber Knäuelchen von kleinen Blüthen mit krugförmiger Blumenkrone.

Mehrere Convolvulaceen liefern in ihrem Milchsafte wichtige Arzneien, wie die Purgirwinde (Convolvulus Scammonia) Syriens, deren eingetrockneter Saft, das gummiharzige Scammonium, seit den ältesten Zeiten im Gebrauche ist. Eine Winde bildet knollenförmige unterirdische Sprosse, welche wie Kartoffeln genossen werden können, da sich in denselben kein schädlicher Milchsaft entwickelt. Es sind dieses die sogenannten Bataten (Fig. 520), welche in Ost- und Westindien, sowie in Spanien cultivirt, und dadurch, daß man die Erde um die Stengel der Pflanze anhäufelt und letztere dadurch veranlaßt, immer mehr Knollensprossen an den bedeckten Theilen zu treiben, in reichen Ernten gewonnen werden. Einige Convolvulaceen haben im Boden rübenartige Rhizomstämme, wie die Jalapipomöa (I. purga s. jalapa), deren sogenannte „Wurzel" auf den Apotheken vorräthig gehalten wird, ebenso wie der eingedickte Milchsaft derselben, das sogenannte „Jalapharz."

Die Familie der Hydrophylleen (Hydrophylleæ), die der Hydroleaceen (Hydroleaceæ) und die der Polemoniaceen (Polemoniaceæ) enthalten keine

wichtige Gewächse. Zu der letzteren gehört das blaublüthige Sperrkraut (Polemonium caeruleum), welches eine sehr häufige Gartenzierde ist, sowie die Cobäa (Fig. 521), von welcher wir eine Abbildung des Gewebes der Antherenwandungen zur Erläuterung dieser Organe schon bei den Coniferen benutzt haben, und die Collomia, bei welcher die Verwachsung der Staubfäden mit den Kronenblättern vollkommen deutlich zu bemerken ist (Fig. 522) und deren Same zu einer interessanten Beobachtung Gelegenheit bietet. Es sind nämlich bei diesen und manchen anderen Samen, deren äußere Schale firnißartig glänzend erscheint, die Wandungen der Zellen der äußersten Schicht in Wasser löslich oder wenigstens aufquellbar zu einem flüssigen Schleime, während dagegen die, höchst regelmäßige und zarte Spiralleistchen in denselben bildende, Verdickungsschicht aus unlöslicherer Substanz besteht. Wenn man nun solche Samen in Wasser legt, so umhüllen dieselben sich mit einer Schleimschicht, in welcher man unter dem Mikroskope theils die in der Auflösung begriffenen Zellen mit ihren Spiralleisten, theils, wenn die Wandungen schon ganz verflüssigt sind, ein buntes Gewirre von Spiralfäden erblickt (Fig. 523).

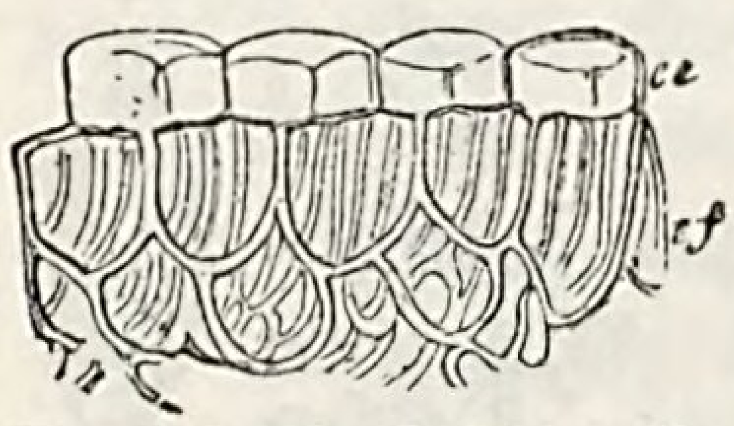


Fig. 521. Ein Stück der Antherenwandung der kletternden Cobäa (Cobæa scandens) im Horizontalschnitte, vergrößert.*

* ce Oberhautzellen; cf Spiralfaserzellen.

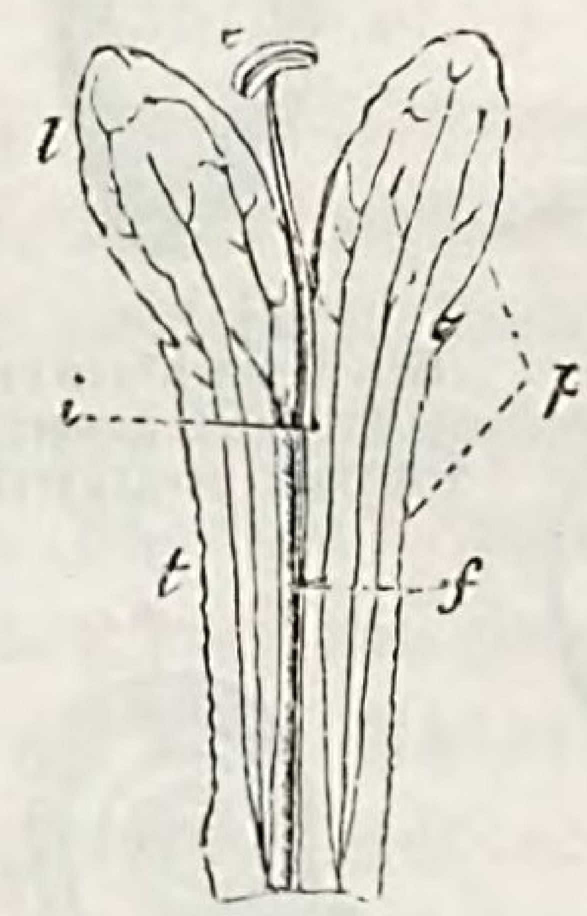


Fig. 522. Ein Stück der Blumenkronenröhre der großblüthigen Collomia (Collomia grandiflora), mit einem Staubfaden; der Staubfaden steht, wie man an den Lappen der Kronenblätter sieht, genau vor dem Zwischenraume zwischen zweien Blättern, auf deren zusammengewachsenen Rändern derselbe aufgewachsen ist. p Kronenblätter; t röhrenartig vereinigter Theil derselben; l die frei endigenden Spitzen der einzelnen Blätter; e Staubfaden; i Punkt, in welchem der Staubfaden auf der Blumenkrone eingefügt zu sein scheint; f der deutlich bemerkbare weitere Verlauf des Filamentes, eine behaarte Leiste auf der inneren Seite der Kronenröhre bildend.

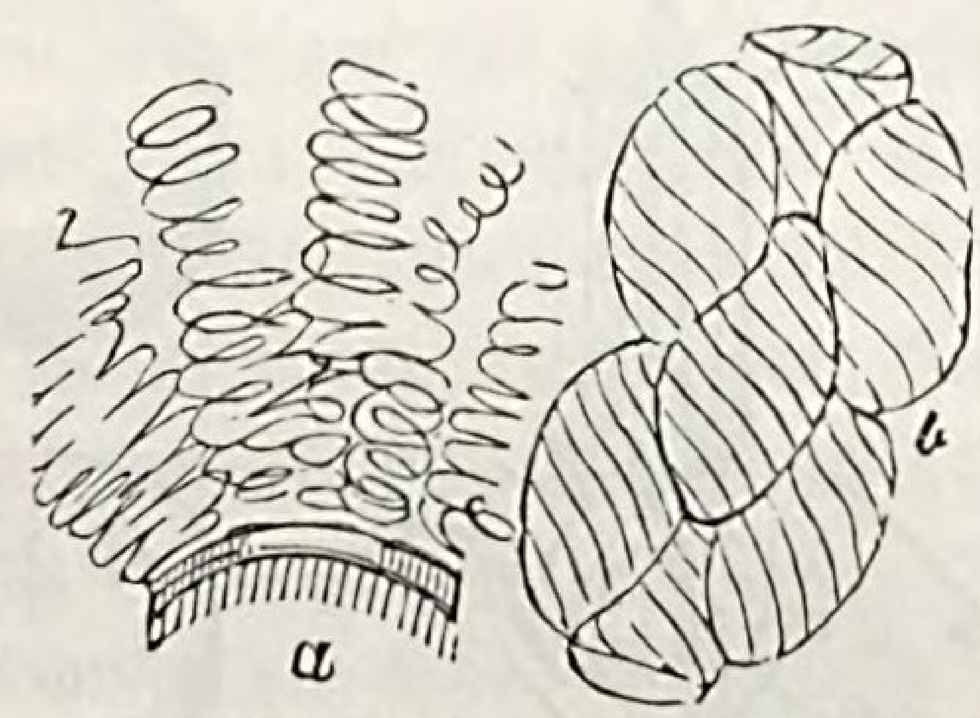


Fig. 523. Theile der aufgequollenen Firnißdecke des Samens der großblüthigen Collomia, vergrößert.



Fig. 524. Eine Blüthe von der Tabakspflanze (Nicotiana tabacum). *

* c Kelch; t Röhre der Blumenkronenblätter; l freie Spitzen derselben.

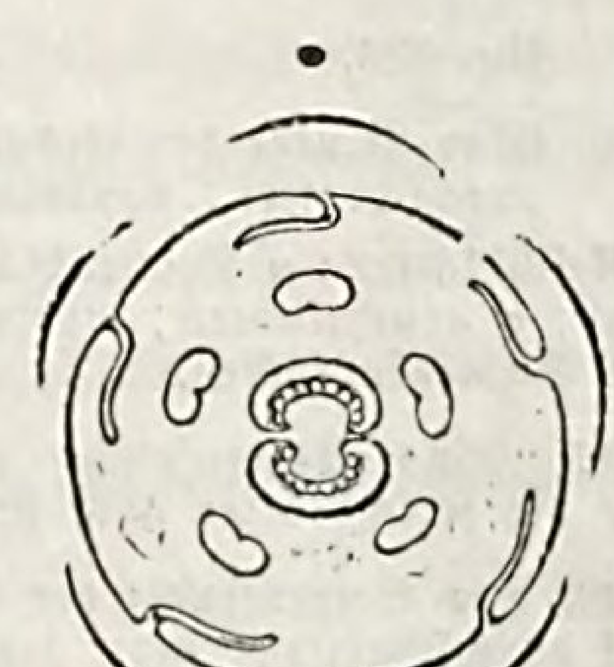


Fig. 525. Diagramm einer Blüthe der Erdäpfelpflanze (Solanum tuberosum). *

* Fünf Kelchblätter; fünf vereinigte Kronenblätter; in der Knospenlage faltig; fünf Staubfäden; zwei Karpelle; ein Mittelsäulchen, an zwei Seiten die Samen tragend.

Die Familie der Solaneen (Solaneæ) ist eine der wichtigsten für den Nutzen der Menschen, und in vieler Beziehung eine der merkwürdigsten. Es gehören zu derselben die Kartoffelpflanze, die Nachtschatten-, die Tabaks-, die Tollkirschen-, Judenkirschen-, Alraunen-, Stechapfel- und Bilsenkrautpflanzen und andere, meistens der giftigsten Eigenschaften wegen berüchtigte, Gewächse. Ihre Blüthen haben auf einer hypogynischen Scheibe einen gewöhnlich fünfblätterigen, aber am unteren Theile zusammengewachsenen Kelch, eine röhrenförmige Krone, aus fünf Kronenblättern gebildet, welche ihre freien Spitzen

trichterförmig (Fig. 524) ausbreiten, und welche in der Knospenlage (Fig. 525) längsfaltig oder klappig, nicht eigentlich gedreht, liegen. Meistens sind auch fünf **Staubfäden** vorhanden, welche unten mit den Kronenblättern verwachsen sind (Fig. 526), und deren Antheren sich bei der Kartoffelpflanze in höchst eigenthümlicher Weise durch ein Loch am Gipfel jedes Faches öffnen. Der **Fruchtknoten** besteht nur aus zweien vereinigten Karpellen, selten aus drei bis vier solchen, mit **einem** Griffel und einfacher, stumpfer, nur bei einigen doppelter Narbe. An dem Mittelsäulchen des Fruchtknotens stehen sehr zahlreiche Samenknospen; die Samen sind bei mehreren Gattungen später in den Fruchtbrei einer **Beere** (Fig. 527) eingebettet, indem das Mittelsäulchen, sowie das Gewebe der Karpelle sich bei der Reife zu einer fleischig saftreichen Zellenmasse entwickelt (Fig. 528); andere Gattungen haben Kapselfrüchte. In den Samen (Fig. 529) ist der Embryo von einer Endospermmasse umgeben und hat eine gekrümmte Lage, wobei sich jedoch die Krümmung hauptsächlich nur auf die Cotyledonen erstreckt (Fig. 530).

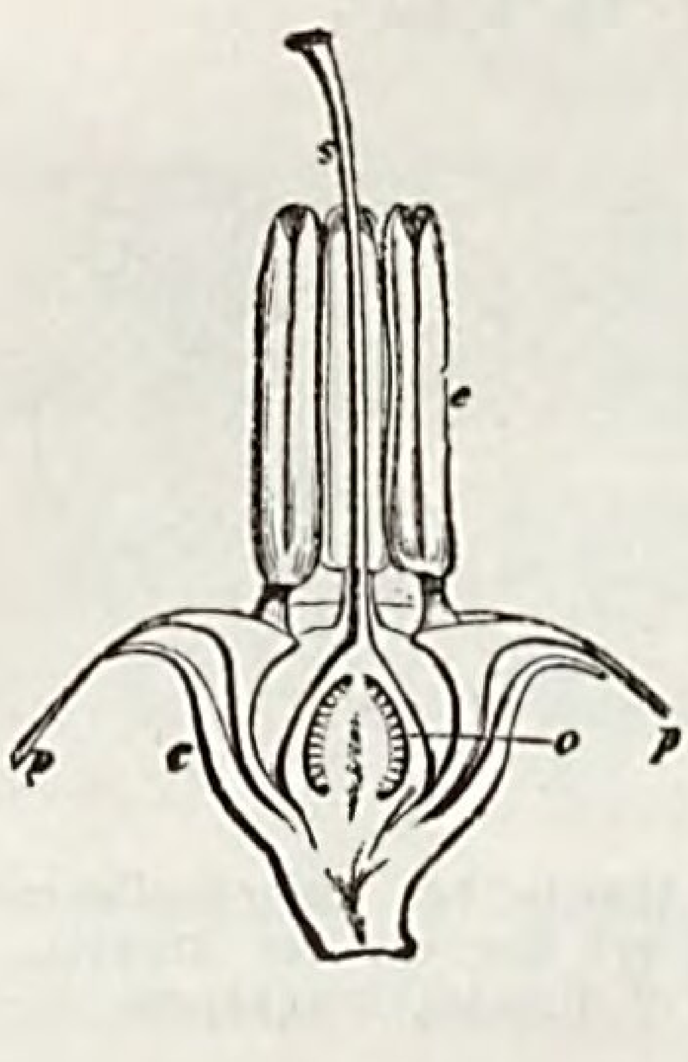


Fig. 526.

Fig. 527.

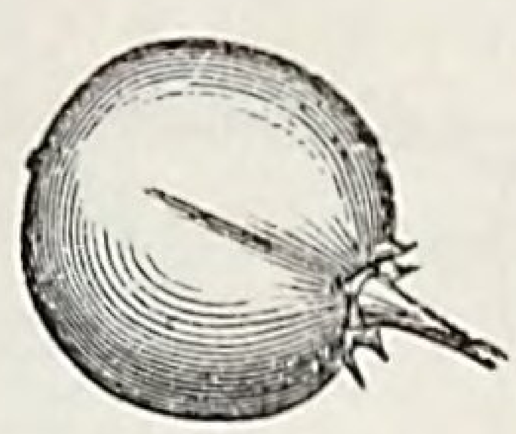




Fig. 528.



Fig. 529.
Ein Samenkorn der Erdäpfelpflanze, sechsfach vergrößert.





Fig. 526. Eine Blüthe der Erdäpfelpflanze, senkrecht durchschnitten; doppelte Größe. *

* *c* Kelchblätter; *p* Kronenblätter; *e* Staubfäden; *s* Griffel; *o* Fruchtknoten, worin das Mittelsäulchen mit den Samenknöspchen.

Fig. 527. Eine Beerenfrucht der Erdäpfelpflanze, woran die Kelchblätter noch stehen geblieben sind.

Fig 528. Die Beerenfrucht der Erdäpfelpflanze, horizontal durchschnitten; man bemerkt das Fleisch der Karpelle und des Samenträgers, zwischen welchem die Samenkörner liegen.

Fig. 530. Ein Samenkorn der Erdäpfelpflanze, senkrecht durchschnitten. *

* *t* Samendecke; *p* Endosperm; *e* Embryo.

Fig. 531. Die Kartoffelpflanze (**Solanum tuberosum**). *

* *pa* Der über dem Boden befindliche Theil, mit Stengel, Blättern, Blüthen und Früchten; *ss* Erdoberfläche; *t* Knollen; *pa* eine neue Pflanze, welche aus einem Knollen hervorwächst; daneben ein junger Kartoffelknollen mit seiner Gipfelknospe **T** und seinen Blättchen *b*.

Die **Kartoffel-** oder **Erdäpfelpflanze** (Fig. 531), welche vor einigen Jahrhunderten aus Virginien und anderen Gegenden Amerika's nach Europa gebracht wurde, hat sich in neuerer Zeit durch die immer allgemeiner gewordene Cultur derselben als einer der größten Schätze des Menschen bewährt. — Die Blätter dieser Pflanze sind **gefiedert** zusammengesetzt, aber in einer sehr eigenthümlichen Weise, indem immer Paare größerer Blättchen mit kleineren abwechseln; man nennt das **unterbrochen gefiedert**. Der unterirdische Theil des Stengels und aller Axenorgane, also auch der Zweige dieser Pflanze, entwickelt sein Parenchym stellenweise außerordentlich stark, und zwar vorzugsweise das des **Markes**, und bildet dadurch die Knollen, welche wir Kartoffeln nennen; dagegen bleiben die Holzbündel hier sehr unbedeutend; man bemerkt dieselben, wenn man eine Kartoffel der Länge nach durchschneidet, als sehr zarte Linien, welche sich nahe unter der Oberfläche

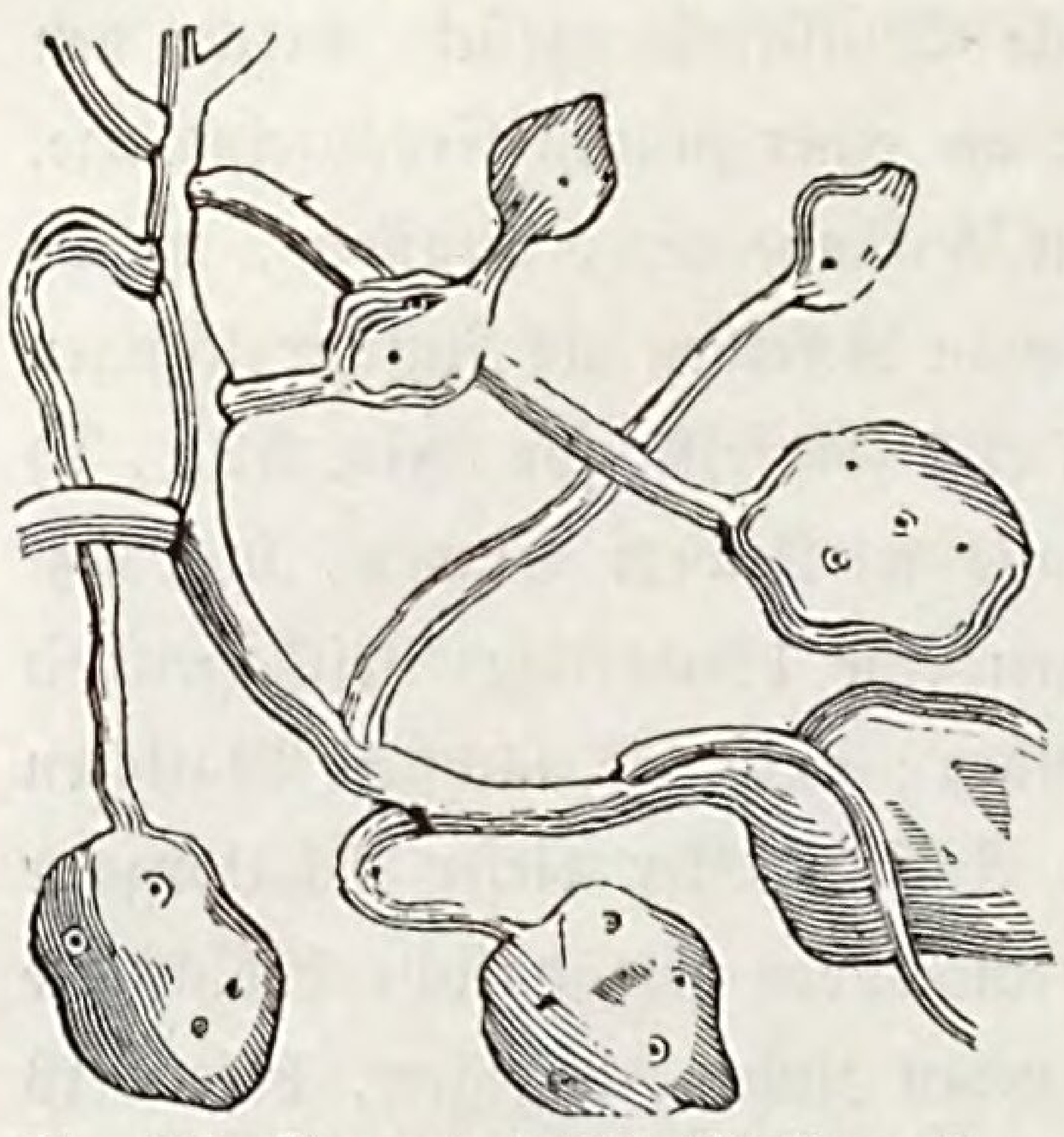
dahinziehen und in die sogenannten Augen auslaufen. Ein solches Axenorgan trägt ursprünglich Blätter, welche in voller Regelmäßigkeit stehen, allein nur als sehr kleine schuppenförmige Phyllodien entwickelt sind und frühzeitig ganz verloren gehen. Es bleibt an ihrer Stelle nur eine schmale Wulstlinie zurück, welche den unteren Rand eines „Auges" bildet. Betrachtet man an einer jungen Erdäpfelpflanze, welche man aus dem Boden nimmt, die ganz kleinen Anfänge der Kartoffeln, welche sich an dem unterirdischen Theile zeigen, so erkennt man dieselben als Anschwellungen von Spitzen kleiner Zweige; man beobachtet an ihnen eine Gipfelknospe (Fig. 525, T) und Blattschuppen (b). Zieht man eine Pflanze aus wirklichem Samen, so besitzt dieselbe eine ächte Wurzel, die Cotyledonen nehmen eine blattartige Beschaffenheit an, wenn gleich sie nur ganz einfache Läppchen bleiben; auch die nächsten Blättchen sind noch sehr einfach, bloße Phyllodien. In den Achseln aller dieser Blattorgane erscheinen Zweigknöspchen, aus welchen sich über dem Boden gewöhnliche beblätterte Zweige entwickeln. Die unter dem Boden entspringenden Zweige dagegen, besonders die in den Achseln der Cotyledonen stehenden, werden zu langen dünnen Fäden, deren Endknospe allemal zu einer Knolle anschwillt. Eine solche Knolle hat die größte Aehnlichkeit mit einer Winterknospe, z. B. mit derjenigen von dem spanischen Flieder (Syringa vulgaris), welche Jedermann kennt. In dem Zellgewebe einer solchen unterirdischen Knospe, welche durch sehr starke Zellenvermehrung mehr und mehr mißgestaltet wird, und an welcher dann die Augen durch Buckeln und Vertiefungen in eine unregelmäßigere Lage gedrängt sind, sammeln sich sehr beträchtliche Mengen von Stärkemehl an (Fig. 532), dagegen bildet sich wegen des Mangels athmender Blätter und völligen Ausschlusses der Einwirkung des Sonnenlichtes gar kein Chlorophyll, auch bilden sich nicht die eigenthümlichen Säfte, auf welchen die Giftigkeit aller oberirdischen Theile der Kartoffelpflanze beruht. So werden diese unterirdischen Zweige einer übrigens durch und durch giftigen Pflanze ein Nahrungsmittel, welches der Gesundheit nicht den mindesten Schaden zu bringen vermag. Wenn man die Erdäpfel kocht, so löst sich der Zwischenzellenstoff, welcher die Zellenmembranen zusammenleimt, im siedenden Wasser auf, und das gerinnende Albumin des Zellensaftes macht die Zellenwandungen weiß; je mehr sich die Zellen sondern, um so mehr erscheint die Kartoffel „mehlig," denn die sogenannten Mehlkörnchen sind die gesonderten Zellen. Die Zellenmembranen bleiben in dem zarten Zustande einer Gallerte und sind daher verdaulich; nur die der Rinde bestehen aus Cellulose. Das Pflanzeneiweiß, welches im Zellensafte aufgelöst ist, bietet dem Körper die nöthige Menge von Stickstoff dar, ohne welche das Stärkemehl nicht zur Ernährung desselben genügen könnte. Allerdings ist der Stickstoffgehalt der Kartoffeln nur gering, indem alle stickstoffhaltigen Mischungen zusammen nur etwa 7 Procente ihres Gewichtes betragen, und sie gehören daher nicht zu den nahrreichsten Speisen; allein die reichlichen Ernten, welche man von ihnen gewinnt, ersetzen jenen Minderbetrag ihrer blutbildenden Bestandtheile vollkommen. Der Wassergehalt des Zellensaftes beträgt bei den Kartoffeln etwa 70 Procente des ganzen Gewichtes.



Fig. 532. Eine Zelle aus einem Kartoffelknollen mit Stärkemehlkörperchen gefüllt, vergrößert.

Der Same der Pflanzen besteht nur aus eigenthümlich entwickelten Knospenindividuen; die Kartoffelknollen sind ein Same, welcher ohne vorhergegangene Blüthe

und Befruchtung sich entwickelt, sie sind Knospen, welche durch ihre Eigenthümlichkeiten den Vergleich mit dem Samen im höchsten Grade zulassen. Betrachtet man den unterirdischen Theil einer Kartoffelpflanze (Fig 533), so bemerkt man die mannigfachsten Verzweigungen und sieht diese an ihren Spitzen zu Knollen angeschwollen; oft ist die Gipfelknospe wieder zu einer langen Stengelaxe verlängert, die an ihrem Ende abermals ein Knollen geworden ist. Da alle unterirdisch entspringenden Zweige Knollen bilden, so vermehrt man die Menge derselben dadurch, daß man die Erde um den Stengel anhäuft, worauf in den Achseln der oberirdischen Blätter nachträglich die Achselknospen sich zu Zweigen entwickeln. Die Knollen sind für die Kartoffel, was die Rüben für die Mangoldpflanzen; sie sind der perennirende Theil dieser Pflanzen, wenn gleich sie bei uns durch die Winterkälte zu Grunde gehen würden, wenn wir sie im Boden ließen. Jede Kartoffel ist ein Axenindividuum, welches in den Boden gelegt, aus seiner Gipfelknospe eine Fortsetzung der Hauptaxe hervortreibt und aus jedem Auge einen Zweigstengel. Die Augen sind nichts anderes, als die sehr klein und unentwickelt gebliebenen Achselknospen der Blätter, deren Ueberreste den unteren Augenrand bilden. Sobald der Frühling kommt, entwickelt sich im Keller aus jedem Auge ein Zweig. Diese Zweige sind, da es in den Kellern dunkel ist, ganz in der Lage unterirdischer Zweige; sie tragen daher nur kleine Blattschüppchen, und in den Achseln dieser entspringen Zweige, welche zu Kartoffelknollen angeschwollene Spitzen haben. Die unterirdischen Stengel sind bleich; ohne Licht entwickelt sich in ihnen kein Chlorophyll; sie sind von äußerst zartem Zellgewebe, da sie keine athmende und die Säfte verarbeitende Blätter besitzen. Es verhält sich die keimende Kartoffel ganz wie ein keimender Same — nur daß hier nicht eine einzige Keimungsknospe vorhanden ist, sondern eine oft sehr große Zahl von Augenknospen, und die Nahrungsvorräthe für diese Embryonalknospen befinden sich nicht in einem Endosperm, auch nicht in den Blattorganen, in Cotyledonen, sondern sie sind hier im Zellgewebe der Mutteraxe angehäuft. Uebrigens erleiden diese Nahrungssubstanzen ganz dieselbe Umänderung und Auflösung, wie wir sie bei den Getreidefrüchten kennen gelernt haben. Auch hier bildet sich Zucker, und zwar auch hier, wie es scheint, durch Vermittlung der Diastase (Seite 840); auch hier wird das ganze Zellgewebe aufgelöst und von den sich entwickelnden Knospen aufgesogen; auch hier athmet das Keimpflänzchen Sauerstoff ein und haucht Kohlensäure aus, bis daß es die Oberfläche des Bodens erreicht hat und entwickelte Blätter, und an den im Boden befindlichen Theilen des Stengels Wurzeln bekommt. Die Wurzeln der Erdäpfelpflanze sind sämmtlich Adventivwurzeln; nur wenn man Pflänzchen aus wirklichen Samenkörnern erzieht, so haben diese, wie oben erwähnt, ein ächtes Hauptwurzelchen; allein auch dann geht dieses frühzeitig ein, während sich am unterirdischen Theile des Stengels neben den knollentragenden Zweigen viele Adventivwurzeln bilden. Alle aus Knollen gezogenen Pflanzen können keine Hauptwurzel haben, da sie ja alle nur Zweigindividuen irgend eines Grades


Fig. 533. Der unterirdische Theil der Kartoffelpflanze; man bemerkt an den Kartoffelknollen zahlreiche „Augen".

von einer ursprünglichen gemeinsamen Mutterpflanze sind, welche vielleicht seit Jahrhunderten verfault ist.

Wenn Erdäpfelknollen zufällig von Erde entblößt sind, so werden sie grün und ungenießbar und giftig. — Die Kartoffeln werden zu selbstständigen Individuen oder Samen, indem die gestreckten Theile der Axenverzweigungen absterben — ganz wie die Brutzwiebeln der Zwiebelgewächse sich von ihrer Mutterzwiebel trennen. — Die Selbstständigkeit der Augenknospen, gleichsam der Embryone der Kartoffel, ist ebenso groß, als die ächter Samenembryone; denn ein mit der Rinde ausgeschnittenes Auge keimt ungestört, wenn es in den Boden gelegt wird, und entwickelt sich zu einer vollkommenen Pflanze. Man kann daher, anstatt ganze Knollen zu pflanzen, auch die dick abgeschälte Rinde oder tief ausgeschnittene Augen pflanzen. Nur darf man sie nicht so tief legen, weil die denselben anhangenden Nahrungsvorräthe rascher verbraucht sind, und das Pflänzchen also früher im Stande sein muß, mit seinen Blättern die Luft und das Licht zu erreichen, um athmen und unorganische Nahrung verarbeiten zu können.

Mit der Erdäpfelpflanze zu dem nämlichen botanischen Geschlechte gehören die Nachtschatten, von denen der schwarze (Solanum nigrum), mit weißer Blumenkrone und schwarzen, kugeligen Beeren, und der bittersüße (S. dulcamara) mit violetter Blumenkrone und rothen eiförmigen Beeren, in Europa sehr verbreitete Giftpflanzen sind. Von diesen zeichnet sich erstere durch eine besondere Eigenthümlichkeit aus; es scheinen hier nämlich die Verästelungen, sowohl die laubtragenden, als auch die blüthentragenden, nicht in den Achseln der Blätter zu entspringen. Bei genauerer Untersuchung überzeugt man sich indessen leicht, daß diese scheinbare Ausnahme von einer allgemeinen und in der Organisation der Pflanzen so tief begründeten Regel nur dadurch hervorgebracht ist, daß die achselständigen Zweige stets eine ziemliche Strecke weit mit der Mutteraxe, von welcher sie entspringen, verwachsen sind, und somit erst da zu entspringen scheinen, wo sie sich von derselben sondern. Mehrere Nachtschattenarten der wärmeren Länder tragen genießbare und nicht giftige Früchte; dahin gehören die Tomate oder Liebesäpfel (Fig. 533 bis).



Fig. 533 bis. Ein Zweig der Tomatapflanze (Solanum lycopersicum) mit Blüthen und Früchten; daneben reife Früchte, sog. Liebesäpfel.

Die Schlutte oder Judenkirsche (Physalis alkekengi) ist dadurch bemerkenswerth, daß der Kelch derselben nach der Blüthezeit fortwächst und als eine zinnoberrothe Hülle (Schlutte) die reife Frucht umgibt. Diese, sowie auch die Frucht der Tollkirsche (Atropa belladonna) ist eine Beere, derjenigen der Kartoffelpflanze sehr ähnlich. Dagegen das Bilsenkraut (Hyoscyamus niger) bildet eine austrocknende hautige Kapsel, welche sich dadurch öffnet, daß der obere Theil wie ein Deckel mit einem horizontalen Risse abspringt. Beim Stechapfel (Datura stramonium) öffnet sich die vierfächerige, mit Stacheln besetzte Kapsel in vier Klappen. Aehnlich ist es bei den Tabakspflanzen (Nicotiana).

Alle genannten Solaneen sind in hohem Grade narkotisch giftig, und es rührt diese Eigenschaft von Pflanzenalkaloiden her, deren diese Familie eine Anzahl

verschiedener enthält, welche jedoch die größte Aehnlichkeit in ihrer Mischung und Wirkung ergeben. Die Nachtschatten enthalten das Solanin, die Tollkirschen und Alraunen (Mandragora) das Atropin, das Bilsenkraut das Hyoscyamin, die Stechäpfel das Daturin, der Tabak das Nicotin. Es stellt sich hierin ein Beispiel dar für die jetzt schon vielfach bestätigte Beobachtung, daß nicht allein durch Aehnlichkeit äußerlicher Merkmale, insbesondere der Blüthen-, Frucht- und Samenbildung, die Verwandtschaft der natürlichen Gruppen von Pflanzen, welche wir als Familien zu bezeichnen pflegen, sich zu erkennen gibt, sondern daß jenen äußerlichen Aehnlichkeiten auch das Vorkommen gewisser gleichartiger oder höchst ähnlicher charakteristischer Substanzen in den verschiedenen Pflanzen einer Familie entspricht. Alle genannten Substanzen sind jetzt mehr oder weniger gebräuchliche Arzneimittel, besonders das Hyoscyamin des Bilsenkrautes und das Atropin der Tollkirsche oder Belladonna, welches letztere die sonderbare Wirkung hat, die zarten Muskelfaserchen der Irishaut des Auges zusammenzuziehen, wodurch die Pupillaröffnung auffallend groß wird, und die Augen somit ein sehr schwarzes Ansehen bekommen. Die giftigen Wirkungen des Tabaks sind Jedem bekannt, der sich an den Genuß des Rauchens zu gewöhnen versucht hat. Uebrigens kann die Wirkung durch den Rauch nur eine sehr geringe sein, da das Nicotin größtentheils durch das Feuer zerstört wird. Nichts desto weniger ist es eben die narkotische Wirkung, welche das Rauchen so allgemein beliebt gemacht hat, daß der Tabak, welcher noch vor dreihundert Jahren in Europa ganz unbekannt war, in immer steigenden Quantitäten aus Amerika in Europa eingeführt und auch in diesem Erdtheile, sowie in allen anderen Erdtheilen, so allgemein angebaut wird. Man hat eine große Menge verschiedener Varietäten, welche alle von einigen wenigen ursprünglichen Tabaksgattungen durch die Cultur erzogen worden sind.

Zu der Familie der Solaneen gehört auch eine Gewürzpflanze, der Guineapfeffer, die Beißbeeren- oder sogenannte spanische Pfefferpflanze (Fig. 534), deren durch das darin enthaltene Capsicin sehr heftig beißende, aber nicht leicht giftig wirkende, trockenfleischige Beeren unter letzterem Namen im Handel vorkommen.



Fig. 534. Der spanische Pfeffer (Capsicum annuum).

Zehnte Ordnung.

Die Lippenblüthler. Labiatifloræ.

Die Familie der Borragineen oder Asperifolien (Borragineæ s. Asperifoliæ) ist mit den Solaneen sehr nahe verwandt, bildet dagegen durch die ganz von



Fig. 535. Eine Blüthe der gemeinen Walwurz (Symphitum officinale). *

* c Kelch; t Blumenkronenröhre; l freie Spitzen der Kronenblätter; r Falten an der Kronenröhre, welche nach Innen vorspringen; s Griffel.

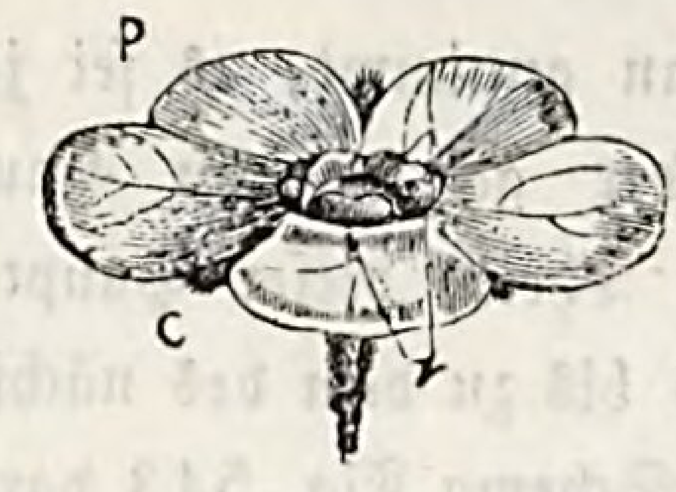


Fig. 536. Eine Blüthe des Sumpfvergißmeinnicht (Myosotys palustris), vierfach vergrößert.*

* c Der Kelch, wenig sichtbar; p Kronenblätter; r vorspringende Falten derselben in der Oeffnung des Trichters (Schlundkrone).

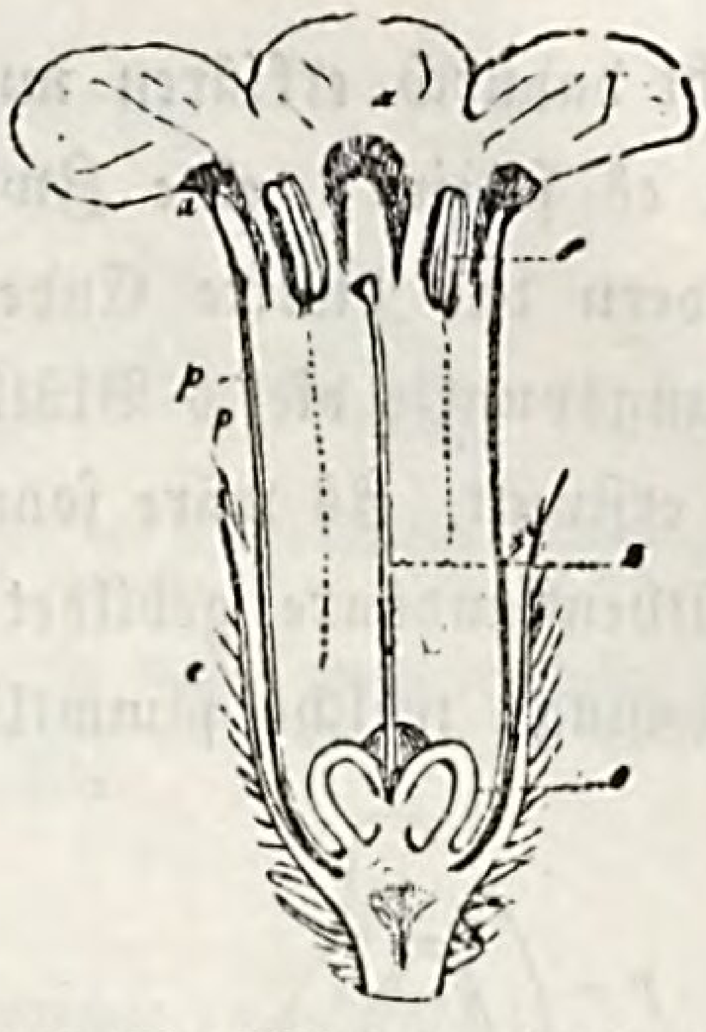


Fig. 537. Eine Blüthe der italienischen Ochsenzunge (Anchusa italica), senkrecht durchschnitten. *

* c Kelch; p Krone; a blattartige Anwüchse an der inneren Seite der Kronenblätter; e Antheren, deren Filamente an die Kronenblätter angewachsen sind; s Griffel; o die vier Fruchtknoten.

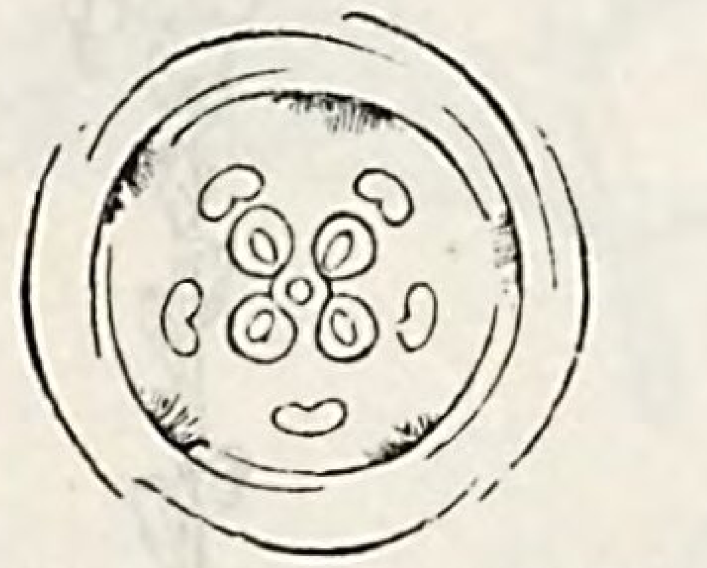


Fig. 538. Diagramm der Blüthe der italienischen Ochsenzunge. Fünf Kelchblätter; fünf Kronenblätter mit ihren behaarten Anwüchsen (Schlundkrone); fünf Staubfäden; vier Fruchtknoten, zwischen denen der vereinigte Griffel hervortritt; in jedem Fruchtknoten eine Samenknospe.

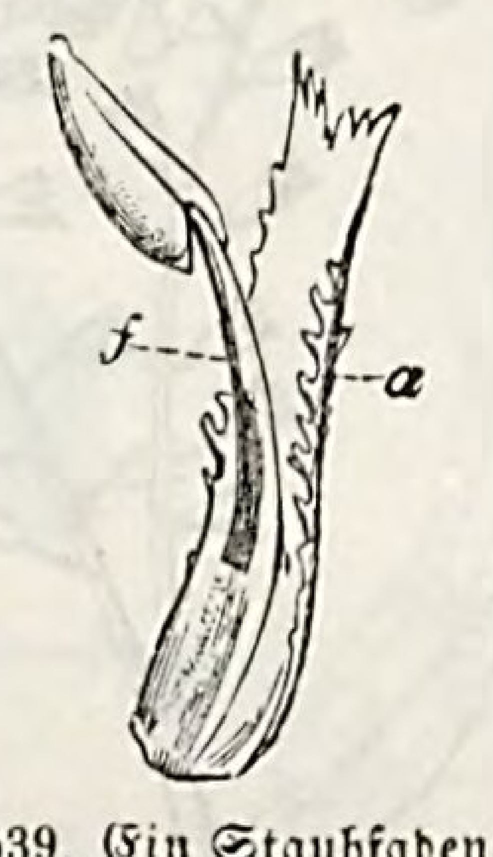


Fig. 539. Ein Staubfaden des gemeinen Vorretsch (Borago officinalis), vergrößert. *

* f Filament; a blattartiger Ansatz desselben.

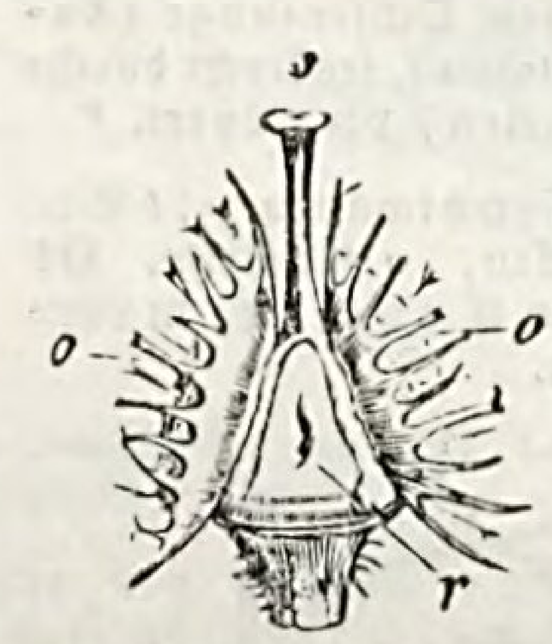


Fig. 540. Fruchtbildung einer Boraginee (Erithricium jaquemontianum). *

* o Fruchtknoten mit Stacheln besetzt; s der Griffel; r der Gipfel der Blüthenaxe, welcher dadurch sichtbar geworden ist, daß der vordere Fruchtknoten weggenommen ist.

jenen abweichende Frucht den Uebergang zu den Lippenblumenpflanzen. Diesen nähern sie sich auch durch manche Spuren von Unregelmäßigkeit in der Form der Blumenkrone, welche zwar im Allgemeinen eine aus fünf vereinigten Blättern bestehende Trichterröhre, mit mehr oder weniger flach ausgebreitetem, aus den freien Spitzen der Kronenblätter gebildeten Saume, darstellt (Fig. 535 und 536), jedoch bald eine knieförmige Umbiegung der Röhre, in Folge längerer Ausdehnung der oberen Seite, wie beim Wolfsgesicht (Lycopsis arvensis), bald eine ganz schiefe und unregelmäßige Form besitzt, wie beim Natterkopf (Echium vulgare). Der Kronentrichter besitzt meistens Falten, welche nach innen oder außen Vorsprünge bilden, oder auch Haarbüschel (Fig. 537 und 538), oder andere Auswüchse an der inneren Fläche. Die Staubfäden (Fig. 539) tragen oft ähnliche Ansätze von blattartiger Form, wie bei den Apocyneen. Die Karpelle, meistens vier an der Zahl, sind bei den meisten Gattungen nicht zu einem Fruchtknoten vereinigt, sondern einzeln, freilich eng zusammengedrängt um die Spitze der Blüthenaxe (Fig 540), wobei der gemeinsame Griffeltheil, zwischen denselben hervorzukommen scheint, da die Karpelle hinter dem Einfügungspunkte desselben buckelig aufgeschwollen sind (Fig. 538). In jedem Karpelle befindet sich eine achselständige Samenknospe, mit aufwärts gerichteter Mikropyle; der Embryo richtet das Wurzelende seiner Axe nach oben (Fig. 541).

Bemerkenswerth ist der sogenannte „Skorpionenschwanz", nämlich der eigenthümlich umgerollte Blüthenstand dieser Familie (Fig. 542), welche man viel-

leicht dadurch erklären muß, daß man annimmt, es sei jedes Blüthenstielchen nicht, wie es scheint, eine Zweigaxe an der gekrümmten Hauptaxe des Blüthenstandes, sondern das direkte Ende desjenigen Theils dieser Hauptaxe, welcher von dem Ursprungspunkte dieses Blüthenstielchens bis zu dem des nächst unteren Blüthenstielchens sich erstreckt. Es wäre somit, wie das Schema Fig. 543 darstellen soll, die gekrümmte Blüthenstandsaxe gebildet aus Theilen einer großen Zahl von Zweigen verschiedener Ordnung, welche sämmtlich auf der nämlichen Seite entspringen.

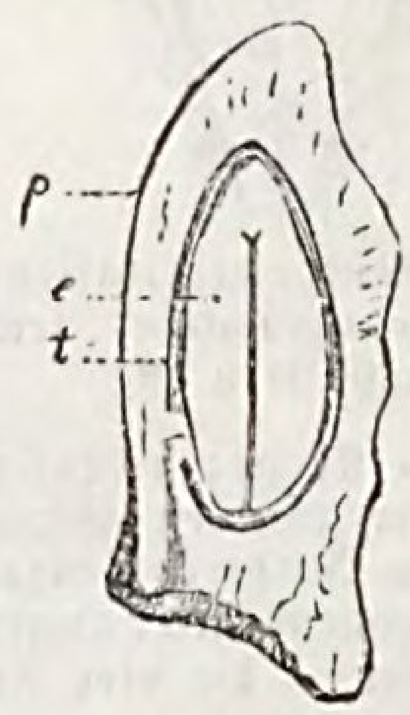


Fig. 541. Eine Frucht der italischen Ochsenzunge (Anchusa italica), senkrecht durchschnitten, vergrößert. *

*p Fruchtwandung; t Samendecken; o Embryo. Es ist kein Endosperm vorhanden.



Fig. 542. Der Blüthenstand des Sumpfvergißmeinnicht (Myosotys palustris). Die Blüthen stehen abwechselnd auf einer doppelten Reihe und alle auf derselben Seite der scheinbaren Hauptaxe des Blüthenstandes.



Fig. 544. Ein ährenförmiger Blüthenstand des gemeinen Eisenkrautes (Verbena officinalis). Die unteren Blüthen sind schon verblüht und in den Fruchtzustand übergegangen; die mittleren blühen und zeigen die ungleichen fünf Lappen des Saumes der röhrenförmig verwachsenen Kronenblätter, die oberen Blüthen sind noch im Knospenzustande.

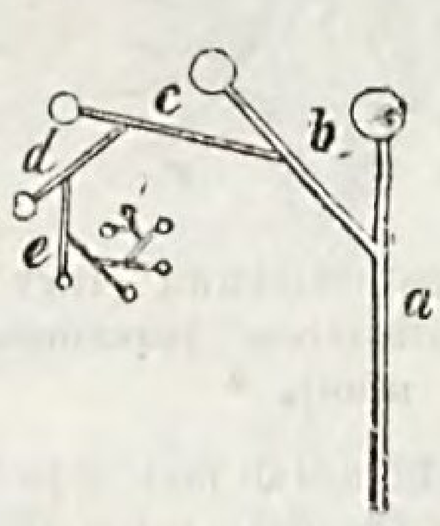


Fig. 543. Schema zur Erklärung des skorpionenschwanzartigen Blüthenstandes. Die Axen a b c d e... endigen jede direkt in einer Blüthe.

Alle Theile der Boragineen sind mit mehr oder minder steifen, oft stachligen, Haaren besetzt, besonders die Blätter, weßhalb man sie auch rauhblätterige Pflanzen (Asperifoliæ) zu nennen pflegt. Außer dem Vergißmeinnicht und den verschiedenen Arten von Mauseöhrchen (Myosolys), Ochsenzunge, Hundszunge (Cynoglossum), Walwurz, Wolfsgesicht und dem Natterkopf, welche in ganz Deutschland wild wachsen, gehört zu dieser Familie eine bekannte Gartenpflanze, der Borretsch, welchen man, seines Geschmackes wegen, auch Gurkenkraut nennt, ferner das officinelle Lungenkraut (Pulmonaria officinalis), sowie das herrlich duftende Heliotrop (Heliotropium peruvianum), welches, aus Peru stammend, jetzt in ganz Europa eine der verbreitetsten Zimmerpflanze geworden ist.

Bei der Familie der Verbenaceen (Verbenaceæ), zu welcher das gemeine Eisenkraut (Fig. 544), zugleich aber auch der ostindische Tiekbaum (Tectonia grandis, Fig. 544 bis) gehört, welcher letztere das gelbe Tiekholz oder Tekholz, eines der härtesten und besonders zum Schiffsbau geeignetsten Hölzer liefert, ist die Unregelmäßigkeit der Blüthen schon auffallender, als bei den meisten Boragineen. Von den fünf Kronenblättern ist das am Blüthenstande nach außen und unten gerichtete das größte und hangt mit den beiden benachbarten inniger zusammen, als mit den beiden anderen, welche wieder unter sich näher verbunden sind. So bekommt der Saum der Krone ein zweitheiliges Ansehen.



Fig. 544 bis. Ein Zweig des Tiekbaumes (Tectonia grandis) mit Blüthen.

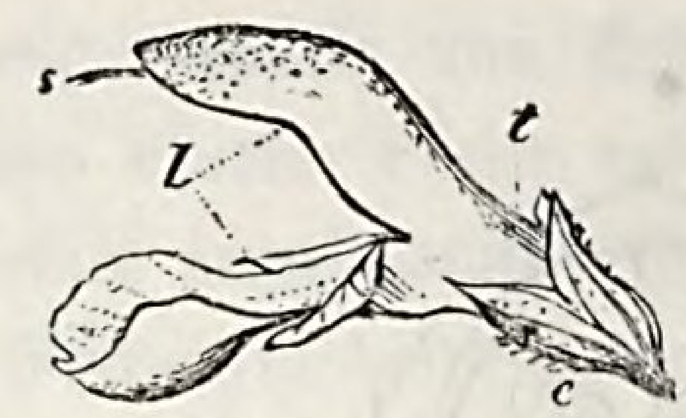


Fig. 545. Eine Blüthe der Wiesensalbey (Salvia pratensis). *

* c Der Kelch; t die Röhre der vereinigten Kronenblätter; l die beiden „Lippen“; s die getheilte Narbenspitze des Griffels.

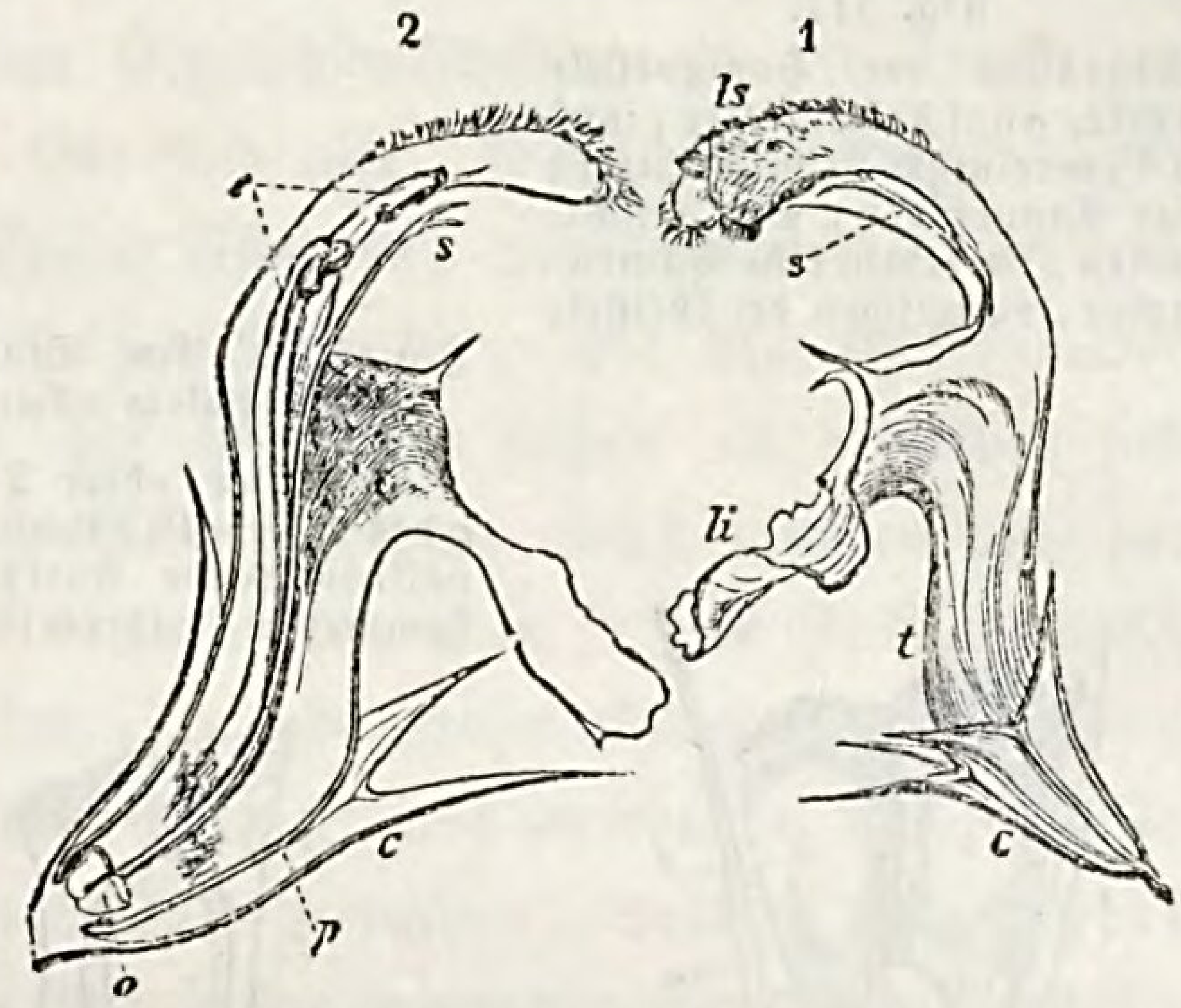


Fig. 546. Die Blüthe der weißen Honignessel (Lamium album), in doppelter Größe. *

* 1 Die ganze Blüthe von der Seite gesehen; c der fünfspitzige, etwas zweilippige Kelch; t Schlundröhre; ls Oberlippe; li Unterlippe; s der Griffel mit gespaltener Narbe. — 2 Die nämliche Blüthe, senkrecht durchschnitten; c Kelch; p Krone; e Antheren; o die Fruchtknoten; s Griffel.

Die Familie der **Rachenblüthler** oder der **Labiaten** (Labiatæ), von welcher die **Honig- oder Taubnesseln, Salbey, Lavendel, Thymian** u. s. w. sehr bekannte Beispiele sind, zeigt eine solche Zweitheiligkeit oder sogenannte **Zweilippigkeit** am ausgezeichnetsten (Fig. 545). Es sind hier zwei der Hauptaxe des Blüthenstandes zugewandte Blätter der Krone so völlig mit einander vereinigt, daß man ein einziges, helmförmig gewölbtes Blatt sieht, an dessen Spitze nur ein geringer Ausschnitt die ursprüngliche Trennung andeutet; die drei anderen Blätter sind ebenso sehr vereinigt; das nach außen gewandte stellt einen großen Mittellappen eines Blattes dar, dessen beide Seitenlappen von den beiden andern Blättern gebildet werden (Fig. 546). Alle fünf Blätter sind übrigens an ihrem unteren Theile in eine Röhre verwachsen; man nennt diese den **Schlund**, die Vereinigung der einen **zwei** Blätter die **Oberlippe**, die Vereinigung der andern **drei** Blätter die **Unterlippe**, und das Ganze einen **Rachen**. Diese Benennungen hat man dann auch auf andere ähnliche Blüthen übertragen. So nennt man überhaupt bei röhrenförmigen Blumenkronen den Eingang in die Röhre den Schlund, und daher rührt der Name **Schlundkrone** für die an diesem Eingange bei den Boragineen bemerkbaren Anwüchse. Der glockenförmige, aber deutlich die Mittel- und Nebenrippen der einzelnen vereinigten Blätter zeigende **Kelch**, welcher meistens in fünf Spitzen oder Grannen ausläuft, hat nicht selten auch ein zweilippiges Aussehen. Vor den Zusammenfügungen der Kronenblätter stehen die **Staubfäden**, aber nicht fünf, sondern nur vier (Fig. 547), da derjenige fehlt, welcher vor der Oberlippe stehen sollte; man findet von demselben oft Spuren. In einigen Fällen sind dagegen nur zwei Staubfäden entwickelt. Wenn vier vorhanden sind, so sind die einen beiden länger, als die beiden andern, ein Verhältniß, welches man als

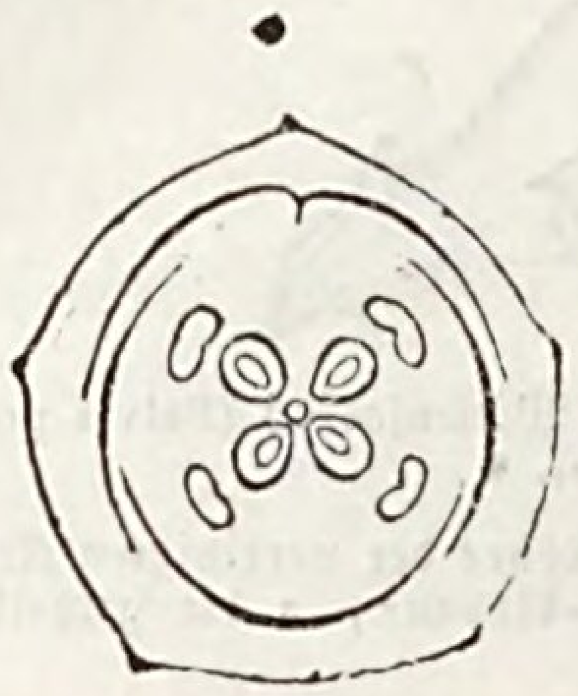


Fig. 547.
Diagramm der Honignesselblüthe. Fünf Kelchblätter; fünf zu 2/3 vereinigte Kronenblätter; vier Staubfäden; vier Fruchtknoten, in jedem eine Samenknospe; dazwischen der Griffel.



Fig. 548. Ein Staubfaden der Gartensalbey (Salvia officinalis), vergrößert. *

* *f* Der obere Theil des Filamentes; *c* das querbalkenähnliche Connektiv; *lf* das pollenbildende Antherenfach; *ls* das verkümmerte Antherenfach.

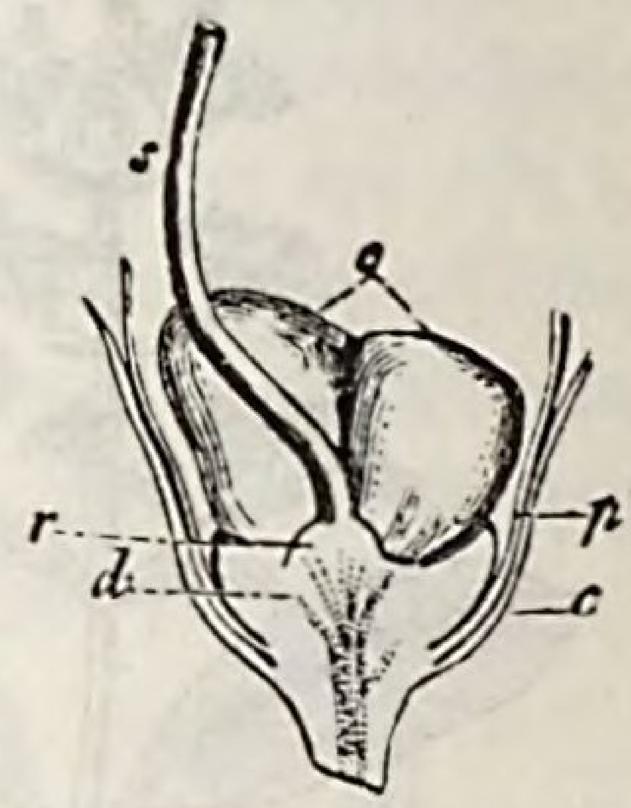


Fig. 549. Der untere Theil der Blüthe der Honignessel, senkrecht durchschnitten und vergrößert. *

* *c* Kelch; *p* Krone; *d* hypogynische Scheibe; *r* Einfügungspunkt der vier Fruchtknoten *o*, von welchen nur zwei stehen geblieben sind; *s* der Griffel, scheinbar „bodenständig".

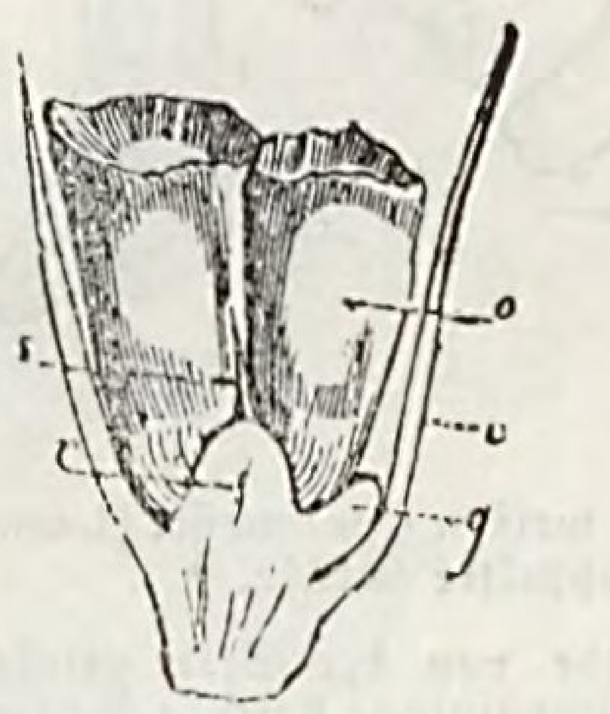


Fig. 550. Die Früchte einer Honignessel, im senkrecht durchschnittenen Kelchgrunde, vergrößert. *

* *c* Kelch; *g* hypogynische Scheibe; *r* Gipfel der Blüthenaxe; *o* Nüßchen; *s* Ueberrest des Griffels.

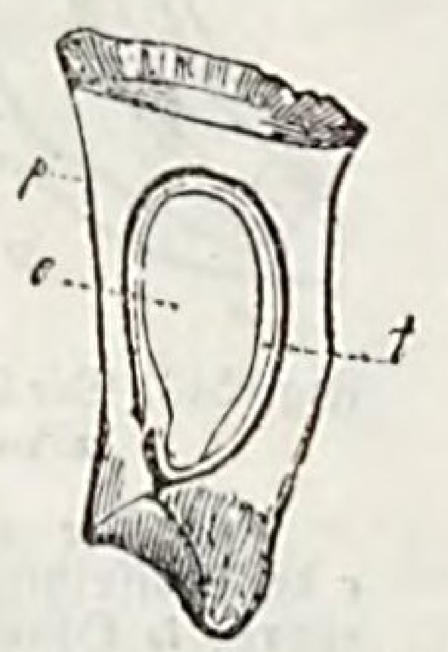


Fig. 551. Eine Frucht (Nuß) der Honignessel, abgesondert und senkrecht durchschnitten, vergrößert. *

* *p* Nußschale, aus dem Karpell gebildet; *t* Samendecke; *e* Embryo. Ein Endosperm ist nicht vorhanden.

Didynamie, d. h. als Uebermächtigkeit der ersteren beiden, bezeichnet. Diese Staubfäden sind meistens der Schlundröhre mehr oder weniger angewachsen. Ihre Antheren sind stets zweifächerig, und meistens liegen die beiden langen und schmalen Fächer nur durch ein ganz schmales Mittelband oder Connektiv getrennt dicht neben einander. Ein höchst seltsamer Fall zeigt sich dagegen beim Salbey, indem hier das Connektiv so sehr in die Breite verlängert erscheint, daß es auf dem Gipfel des Filamentes wie der Querstrich auf dem **T** schwebt (Fig. 548). An jedem Ende dieses Querbalkens schwebt ein Antherenfach, doch ist das eine derselben verkümmert, oft fehlt es gänzlich. Man kann sich keinen bessern Vergleich für die Form dieser Staubfäden denken, als die Einrichtung eines Ziehbrunnens mit schwebendem Balken. Die vier Fruchtknoten, welche im Grunde des Kelches stehen, sind hier ähnlich gebildet, wie bei den Borragineen. Jeder besteht aus einem Karpell, dessen Spitze sich unmittelbar über dem Befestigungspunkte befindet, während die hohle, das Fruchtfach bildende Wölbung, einen starken Buckel nach außen und oben bildet. Die vier Griffeltheile sind in einen fadenförmigen Griffel vereinigt, welcher nun wieder zwischen den vier Fruchtknoten aus dem Boden der Blüthe zu entspringen scheint (Fig. 549). Derselbe ist sehr lang und theilt sich an seinem Ende in zwei Narben; jede entspricht zweien Karpellen, wie denn auch schon die Fruchtknoten eine große Neigung zu paarweiser Vereinigung verrathen.

Die Früchte der Labiaten sind Nüßchen (Fig. 550), welche man im Grunde des bis zur Samenreife stehen bleibenden Kelches findet und leicht für nackte Samen ansehen könnte, wie Linné that, der diese Pflanzen nacktsamige (gymnospermia) nannte. Jede Nuß enthält einen Samen, in welchem hier, da die Samenknospe sich umgekehrt hatte, das Wurzelende des Embryo zum Nabelpunkte gerichtet ist (Fig. 551).

Die Blüthenstände der Labiaten sind traubenartig verästelt und stehen in den Achseln der Blätter. Da aber alle Blattachseln am oberen Theile des Stengels Blüthenstände tragen, so bilden alle diese gleichsam einen gemeinsamen Blüthenstand. Es erscheint dieses um so mehr so, als bei einigen Gattungen die Blätter, in deren Achseln die Blüthenstände entspringen, und welche somit die Deckblätter dieser letzteren bilden, nicht grün, sondern blau oder roth gefärbt sind, wie z. B. bei einigen Salbeyarten. —

Auch ohne Blüthen sind die Labiaten sehr leicht zu erkennen; es gibt wenige Pflanzenfamilien, welche so leicht auffaßbare Eigenthümlichkeiten in der Tracht und anderen Eigenschaften besitzen, als diese. Sie sind alle, obwohl man gegen 1500 verschiedene Arten kennt, krautartig wachsende Pflanzen, mit unterirdisch perennirenden Stämmen; nur wenige bilden niedrige Sträucher, wie die Gartensalbey. Die Stengel sind stets vierkantig und die Blätter stehen an denselben stets zwei einander gegenüber und so, daß jedes Paar mit dem nächst unteren und dem nächst oberen ein gerades Kreuz bildet, mit dem dritten aber in der Stellung völlig übereinstimmt. Dazu kommt, daß die Blätter eine sehr große Menge von Drüsenzellen enthalten, auf welchen Haare zu stehen pflegen, und welche bei der geringsten Berührung durch einen starken Duft ihren Inhalt verrathen, welcher aus ätherischem Oele besteht. Alle diese Pflanzen sind daher entweder ihres Wohlgeruches wegen, oder wegen des gewürzhaften Geschmackes, oder aber wegen der Arzneikräfte ihres Oeles anwendbar, werden dagegen vom Vieh nicht gern gefressen. Man gewinnt auch das ätherische Oel aus ihnen. Salbey (Salvia), Thymian (Thymus), Melisse (Melissa), Lavendel (Lavandula), Minze (Mentha), Rosmarin (Rosmarinus), Patschuli (Coleus), Majoran (Origanum), Kölle (Satureja), Gundelrebe (Glechoma) — alle diese Pflanzen und ihre Oele finden die mannigfachste Benutzung. Aus den ätherischen Oelen scheiden sich durch Sauerstoffaufnahme Harze ab. Einige Gattungen, wie Salbey und Lavendel, sind sehr reich an Kamfer, welcher keineswegs den Laurineen allein zukommt, sondern in manchen starkduftenden Gewächsen vorhanden ist. Aus den genannten Pflanzen kann derselbe in Menge gewonnen werden, aus dem Lavendelöle etwa 25%, doch scheidet er sich hier nicht von selber in fester Form ab, wie bei den Laurineen.

Nahe verwandt mit den Rachenblüthlern sind die Acanthaceen (Acanthaceæ), zu welchen die Bärenklaupflanze (Acanthus mollis) gehört, deren Blätter das Muster gaben zu den in den Künsten so häufig angewandten Verzierungen, welche man Acanthusblätter zu nennen pflegt. Ferner die Bignoniaceen (Bignoniaceæ), von denen mehrere Bignonien in Gärten gezogen werden, wie der Trompetenbaum (Bignonia catalpa). Die zweien Blattspitzen gleichende Narbe dieser Pflanzen sperrt sich in der Blüthezeit auseinander, sobald man dieselbe aber berührt, so legen sich die beiden Blättchen dicht schließend auf einander (Fig. 552). Im Samenflügel

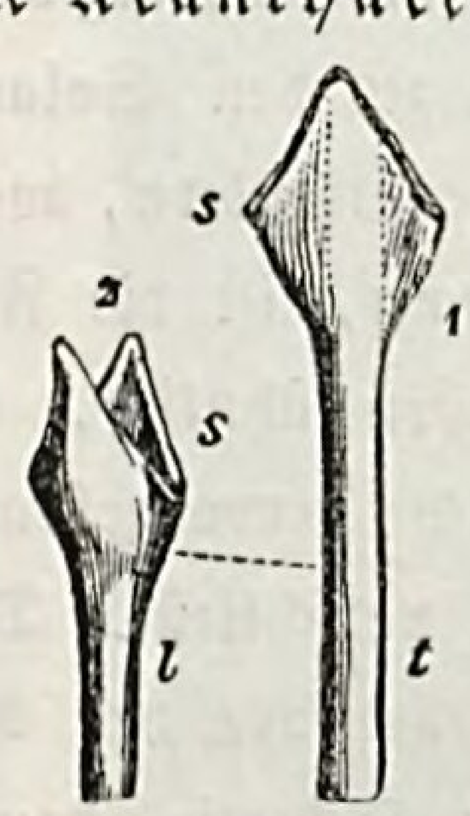


Fig. 552. Die „reizbaren" und sich bewegenden Narben der Bignonien. *

* Der obere Theil des Griffels *t*, einer Bignonia (B. pandorea) mit den Narbenblättchen *s*, welche in der einen Figur gesperrt, in der anderen geschlossen sind.



Fig. 553. Punktirte Fasern von dem geflügelten Rande eines Bignoniensamens.

der Bignonien beobachtet man ausgezeichnet schön getüpfelte Faserzellen (Fig. 553). — Die ausschließlich tropischen Sesameen (Sesamea), die Myoporineen (Myoporineæ) Neuhollands, die südafrikanischen Selagineen (Selagineæ) und die auch ausschließlich tropischen Cyrtandraceen (Cyrtandraceæ), welche sich nahe an die Verbenaceen anschließen, enthalten keine für uns wichtigere und überhaupt nicht sehr zahlreiche Pflanzen. — Zu den Gesneriaceen (Gesneriaceæ) gehören die gegenwärtig zu den Modepflanzen zählenden, aus Mittelamerika stammenden Gloxinien (Gloxinia) und Nägelien (Nægelia), deren theilweise braunrothen Blätter mit aufrechten Haaren so dicht besetzt sind, daß sie dadurch das herrlichste sammtartige Ansehen bekommen. Sie haben einen perennirenden Stamm unter dem Boden, welcher mit dicken fleischigen Blattschuppen besetzt ist. Dasselbe ist der Fall bei der einheimischen Schuppenwurz (Lathræa squamaria), einer Pflanze aus der Familie der Orobancheen (Orobancheæ), welche in Laubwäldern unter dem Boden auf Baumwurzeln schmarotzend wächst und im März oder April einen Zweigstengel zwischen dem dürren Laube hervortreibt, welcher mit Blüthen dicht besetzt ist, aber keine anderen Blätter besitzt, als geringe schmale, zugespitzte Deckschüppchen, in deren Achseln die Blüthen stehen. Zu der nämlichen Familie gehören die Sommerwurz- oder Würgpflanzen (Orobanche), die ausgezeichnetsten Schmarotzerpflanzen unserer Gegenden, welche auf den Wurzeln des Klees, des Hanfes und anderer Culturpflanzen wachsen, auf welchen der knollenartig verdickte und mit wurzelähnlichen Klammern versehene untere Theil des Stengels fest ansitzt. Diese Schmarotzer entziehen den Pflanzen, auf welchen sie sich angesiedelt haben, die zu ihrer Ernährung nöthigen Säfte und veranlassen dadurch das Absterben derselben, so daß sie auf Aeckern den größten Schaden anrichten. Sie haben die Athmungsweise der Pilze, sind nie grün, sondern sehen braungelb aus, wie wenn sie verfault wären, haben keine entwickelte Blätter, dagegen sehr vollständige Rachenblüthen, von röthlicher Farbe. Ihre Samen liegen im Boden, bis eine Pflanze in der Nähe wächst, auf deren Wurzel sie zu keimen vermögen.

Die Familie der Masken- oder Larvenblümler (Scrophularinæ s. Personatæ) sind den Solaneen im höchsten Grade verwandt, indem sie sich von denselben hauptsächlich nur durch die Unregelmäßigkeit der Blüthenbildung unterscheiden. Das Wollkraut oder die Königskerze (Verbascum) findet man sogar in manchen botanischen Werken zu den Solaneen, in anderen zu den Scrophularineen gestellt. Bei denjenigen Larvenblümlern, welche diesen Namen recht eigentlich verdienen, z. B. den Löwenmäulern, ist die Form der Blumenkrone (Fig. 554) derjenigen der Labiaten einigermaßen ähnlich, nur ist die Oberlippe aufwärts zurückgeschlagen, während die hiedurch hervorgebrachte Krümmung des sogenannten Gaumens die Oeffnung fast ganz verschließt. Dabei pflegt dasjenige der vereinigten Kronenblätter, welches von der Hauptaxe des Blüthenstandes abgewandt ist, an seinem Grunde mehr oder weniger sackartig bauchig zu sein, und beim gemeinen Leinkraute (Linaria vulgaris) findet man diesen Sack zu einem langen und zugespitzten „Sporne" ausgedehnt. Die Blättchen des Kelches, fünf an der Zahl, sind nicht so, wie bei den Labiaten, verwachsen; sie decken sich schuppig (Fig. 555). Bei den eigentlichen Scrophelkräutern (Scrophularia) und den Fingerhuten (Fig. 556) ist die Unregelmäßigkeit bei Weitem nicht so außerordentlich, und bei den Ehren-



Fig. 551. Eine Blüthe des Gartenlöwenmaules (Antirrhinum majus). *

* c Kelch; t Blumenkronenröhre; a Sporn des untersten Blattes derselben; l die emporgeschlagene Oberlippe und die niedergeschlagene Unterlippe; g Schlund; p Gaumenwölbung, welche den Schlund verschließt.



Fig. 555. Diagramm der Kelchblätter des Löwenmaules. Die Blätter sind der Zweifünftel-Stellung nach numerirt.

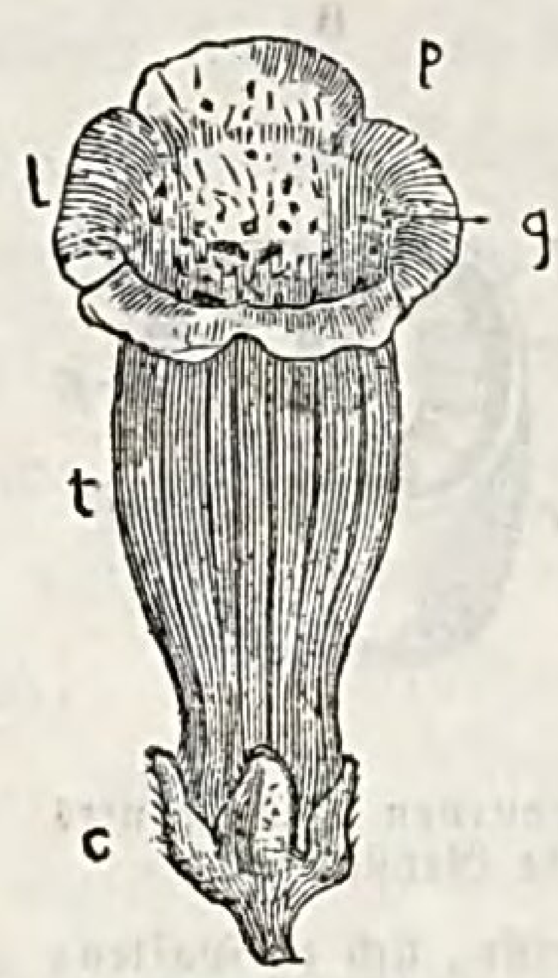


Fig. 556. Eine Blüthe des purpurnen Fingerhutes (Digitalis purpurea). *

* c Kelch; p Blumenkrone; t der röhrenförmige Theil; l der Lippensaum; g Schlund.

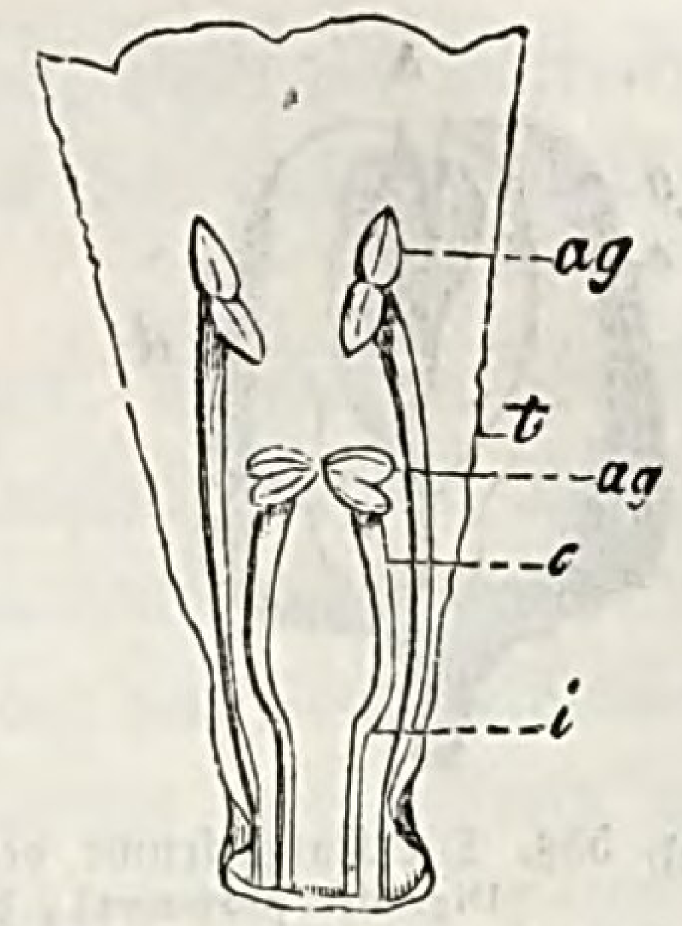


Fig. 557. Die Blumenkrone des purpurnen Fingerhutes, aufgeschnitten, um die Didynamie der Staubfäden zu zeigen. *

* t Blumenkronenröhre; ag Antheren; c freier Theil der Träger der kleineren Staubfaden; i der Punkt, bis zu welchem sie am Grunde mit der Blumenkronenröhre verwachsen sind.

preisgattungen (Veronica) oft kaum bemerkbar, nur in einer etwas größeren Ausbildung des gegen die Hauptaxe des Blüthenstandes gerichteten Blumenkronenläppchens angedeutet. Dagegen zeichnen sich die Pantoffelblumen (Calceolaria), deren Unterlippe pantoffelartig hohlgewölbt erscheint, durch die wunderlichste Form aus. — Die Staubfäden sind bei fast allen Larvenblümlern zu vieren und ausgezeichnet didynamisch (Fig. 557), selten, wie beim Wollkraute, fünf; allein der fünfte Staubfaden erscheint oft als ein eigenthümlich gestalteter Körper, dessen Antheren fehlgeschlagen sind. Man nennt diesen Körper ein Staminodium. Mitunter finden sich nur zwei regelmäßig ausgebildete Staubfäden, dabei dann aber mehrere Staminodien. Bei den Wollkräutern und Scrophelkräutern sind die Antheren nur einfächerig. Die Mimulus, deren einige Arten mit sehr zahlreichen Varietäten jetzt vielfach als Zierpflanzen gezogen werden, und deren Blumen zwischen der Form der Löwenmäuler und der Fingerhute die Mitte halten, geben Gelegenheit, ganz die nämliche Form und Reizbarkeit der Narbe zu beobachten, welche vorhin bei den Bignonien (Fig. 552) erwähnt worden ist. Zur Ergänzung und Erinnerung früher erwähnter Vorgänge gibt Fig. 558 eine Darstellung der Befruchtung der Narbe des Löwenmaules. — Die Karpelle der meisten Larvenblümler zeigen in ausgezeichnetem Grade die Vereinigung zu zwei Partieen, indem sie eine zweifächerige Kapselfrucht bilden, welche bei der Reife oft sogar scheidewandspaltig aufspringt (Fig. 559). Doch deutet manche Eigenthümlichkeit darauf hin, daß die beiden ungleichen Kapselhälften mehreren

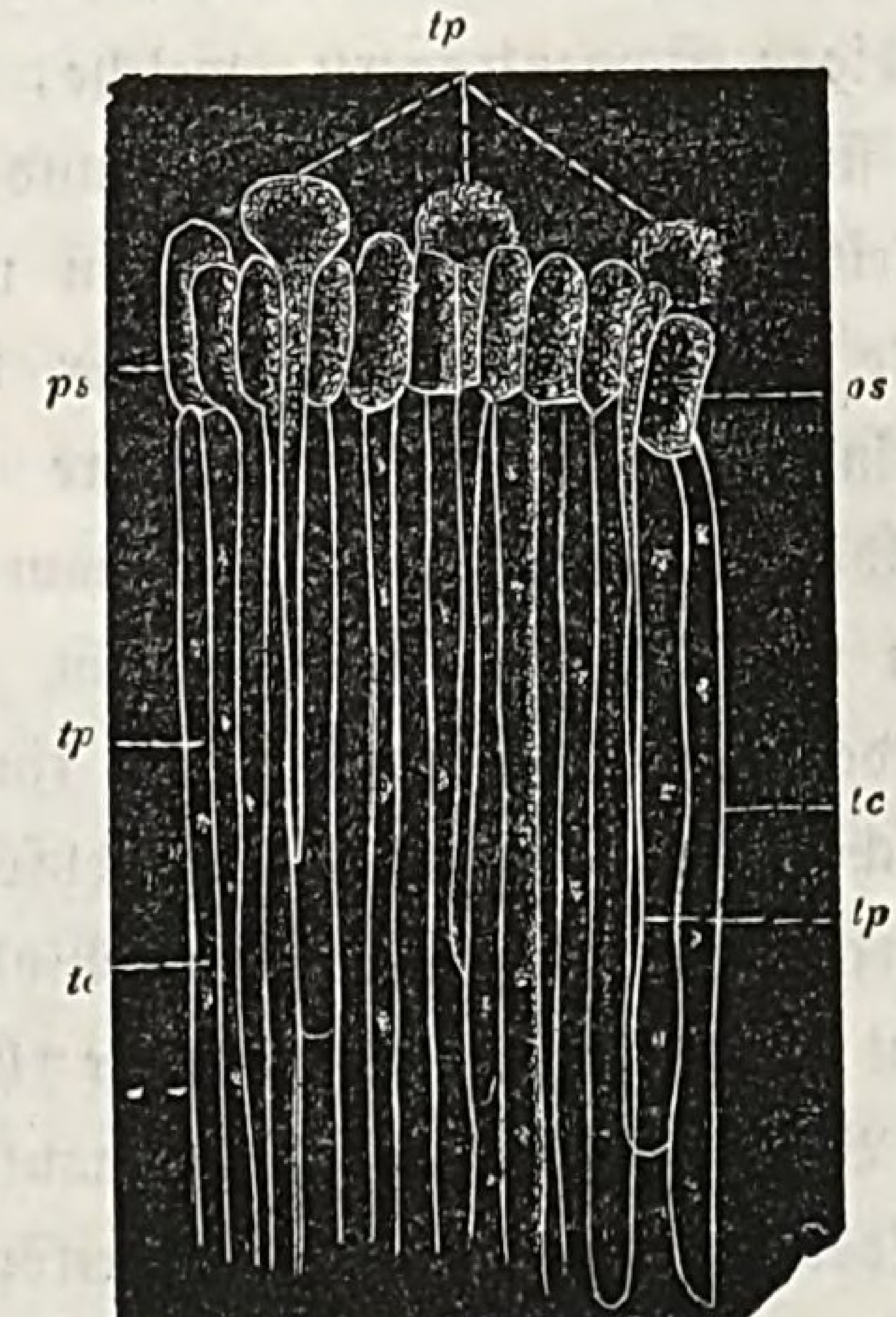


Fig. 558 Vergrößerte Darstellung eines Theiles der Narbe des Gartenlöwenmaules (Antirrhinum majus), im Augenblicke der Befruchtung der Länge nach durchschnitten. *

* ps Oberflächliche, die Papillen der Narbe bildende Drüsenzellen; tc langgestreckte Zellen des leitenden Gewebes; gp Pollenzellen, auf der Narbenfläche liegend; tp die von denselben ausgestreckten Pollenschläuche, in der Verlängerung begriffen.

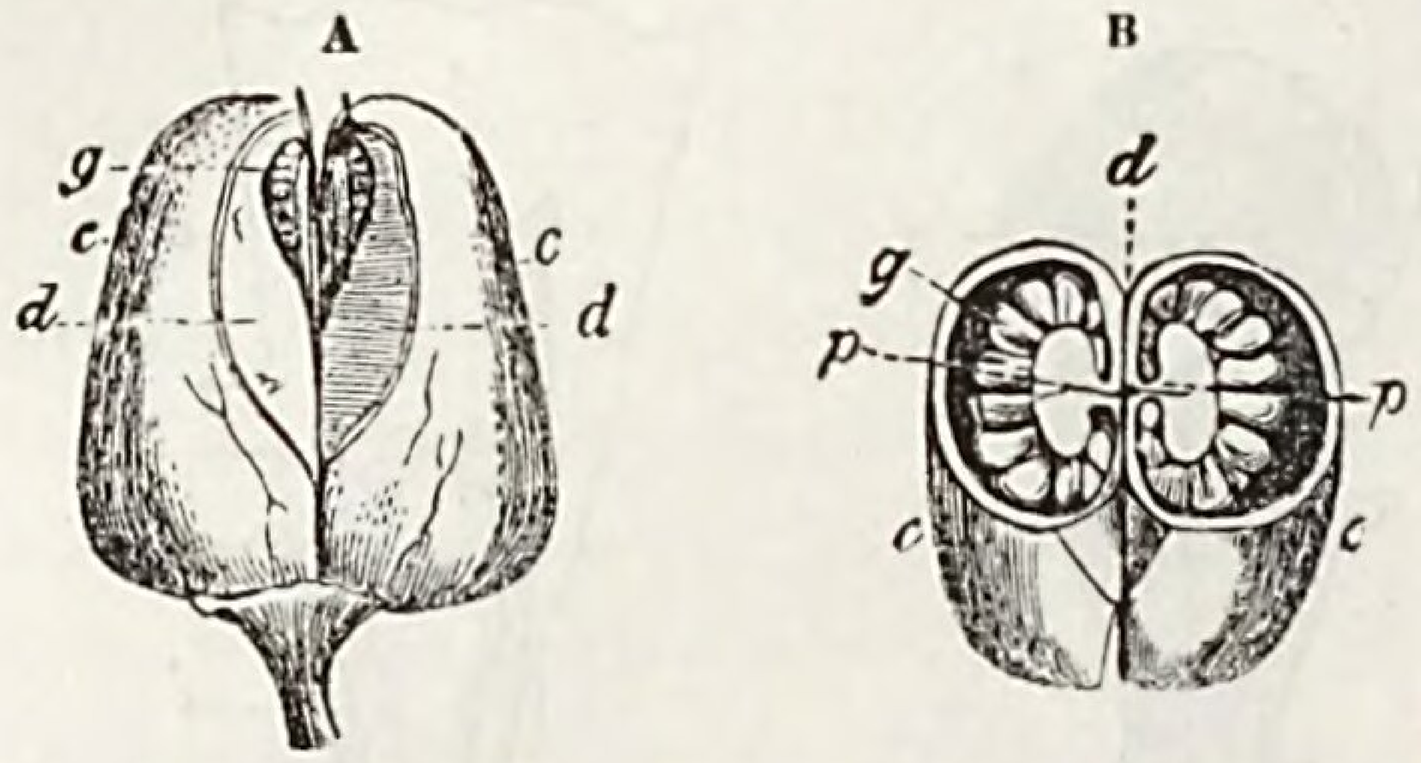


Fig. 559. Die Kapselfrucht des purpurnen Fingerhutes (Digitalis purpurea); doppelte Größe. *

* A Die reife Kapsel, im Begriffe, sich zu spalten; *cc* die beiden Fächer; *dd* die sich trennenden Scheidewände; *g* Samenkörner an den sich trennenden Samenträgern.

B Die Kapsel horizontal durchschnitten; *cc* die beiden Fächer; *dd* Scheidewände, von den eingeschlagenen Rändern der Karpelle gebildet; *pp* die Samenträger, deren jeder in der Achsel eines Karpelles steht; mit den Samenkörnern *g*.



Fig. 560. Die Fruchtkapsel des Gartenlöwenmaules (Antirrhinum majus). *

cc Die bleibenden Kelchblättchen; *p* Fruchtkapsel; *s* Ueberrest des Griffels; *ttt* drei Löcher. von denen eins dem einen Fache, zwei dagegen dem andern Fache angehören.

vereinigten Blattorganen entsprechen. So beim Löwenmaule, wo die Kapselfächer sich nicht trennen, sondern am Gipfel durch regelmäßige kleine Oeffnungen den Samen ausschütten, und wo das eine Fach stets zwei solcher Oeffnungen bekommt (Fig. 560). Die Stellung der beiden Kapselklappen gibt stets ein entschiedenes Merkmal zur Unterscheidung der Früchte der Larvenblümler von allen verwandten Familien, indem man hier nie die eine Klappe rechts, die andere links stehend findet, sondern immer die eine gegen die Hauptaxe des Blüthenstandes gerichtet, die andere von derselben abgewandt und bei der seitlichen Richtung der einzelnen Blüthen meistens die eine als die obere, die andere als die untere erscheint. Die Samen stehen an zweien achselständigen Samenträgern, welche, da die Blüthenaxe zwischen ihnen nicht verlängert ist, sich unmittelbar berühren und erst bei der Fruchtreife trennen. Neben der Aehnlichkeit der Blüthenform ähneln manche Larvenblümler den Labiaten auch durch die bunte Färbung der Deckblätter des Blüthenstandes. Bei den Wachtelweizen (Melampyrum), deren mehrere Arten im mittleren Europa auf Wiesen und in Wäldern gemein sind, findet man sie bald schön purpurfarbig, bald herrlich dunkelblau und dabei theilweise grün. — Die Blätter der Larvenblümler sind sehr verschieden, meistens aber, durch eine überwiegende Ausdehnung der Parenchymflächen zwischen den ausgezeichnet netzförmig verästelten Adern runzlig und dabei mit Haaren besetzt, welche beim Wollkraute einen wollenähnlichen Ueberzug darstellen. Nicht selten finden sich Drüsenhaare; sehr eigenthümlich geformte kann man an den Blüthenstielen des Löwenmaules beobachten; sie sind aus einer Reihe von Zellen gebildet, deren äußerste ein eiförmiges Köpfchen darstellt (Fig. 561) und einen klebrigen Saft aussondert. Einige Larvenblümler beurkunden ihre nahe Verwandtschaft mit den Solaneen auch durch narkotische Gifte, welche sie enthalten und deren Wirkungen denen der Solaneen ganz ähnlich sind. So die Fingerhute, welche deßhalb in arzneilichem Gebrauche stehen und ihre Wirkung zunächst in einer auffallenden Verzögerung des Blutumlaufes äußern.

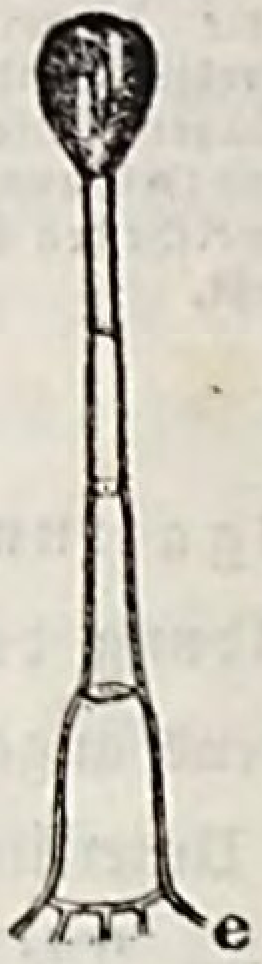


Fig. 561.
Ein Drüsenhaar von dem Blüthenstiele des Gartenlöwenmaules (Antirrhinum majus), vergrößert. *

* *e* Zellen der Epidermis.

Die etwa anderthalbtausend Gattungen der Scrophularineen sind über die ganze

Erde verbreitet; jedoch die schönsten Blüthen findet man bei denjenigen der wärmeren Länder. Die Calceolarien oder Pantoffelblumen bieten eins der ausgezeichnetsten Beispiele zahlloser, durch die Cultur erzeugter Varietäten.

Die kleine Familie der Lentibularien (Lentibulariæ), welche der vorigen sehr nahe steht, enthält meistens tropische, wasserliebende Pflanzen. Bei uns wachsen außer dem Fettkraute (Pinguicula vulgaris) mit veilchenähnlicher Blüthe, die Wasserschlauchkräuter (Utricularia), deren Blüthen denen der Pantoffelblumen einigermaßen ähneln, und deren Blätter nur aus vielfach gabelig oder fiederig getheilten, von Parenchym und Oberhaut umschlossenen Gefäßbündeln bestehen, zwischen welchen die parenchymatischen Ausbreitungen gänzlich fehlen. Dagegen bilden sich an den Gabelungspunkten häufig innerliche Höhlungen, indem irgend eine noch nicht näher untersuchte Gasart innerhalb des Zellgewebes ausgesondert wird, und letzteres blasen= oder schlauchartig auseinander bläht. Diese Gasansammlungen heben das auf dem Grunde des Wassers wachsende Pflänzchen zur Blüthezeit empor, so daß der Blüthenstand über die Oberfläche hervorragt und die Befruchtung ungefährdet vom Wasser vor sich gehen kann. Das eingeschlossene Gas entweicht sodann durch eine Oeffnung der Blasen, und die Pflanze sinkt wieder hinab, um unter dem Wasser ihren Samen zu reifen.

Elfte Ordnung.

Die Primelblüthler. Petalanthæ.

Die gemeine Primeln oder Schlüsselblumen, und die Gartenprimeln (Primula elatior) und Aurikeln (P. auricula) sind ausgezeichnete Beispiele nicht allein der Familie der Primulaceen (Primulaceæ), sondern durch die Eigenthümlichkeit ihrer Blüthen auch für mehrere andere Familien, welche dieser Uebereinstimmung wegen mit ihnen zu einer gemeinsamen Ordnung gestellt werden können, der Myrsineen (Myrsineæ), Sapoteen (Sapoteæ), Ebenaceen (Ebenaceæ) und Styraceen (Styraceæ). Bei allen diesen stehen nämlich die Staubfäden, nicht mit den Blumenkronenblättern abwechselnd, vor den Zwischenräumen oder Vereinigungslinien dieser, sondern vielmehr unmittelbar vor denselben, ja sie

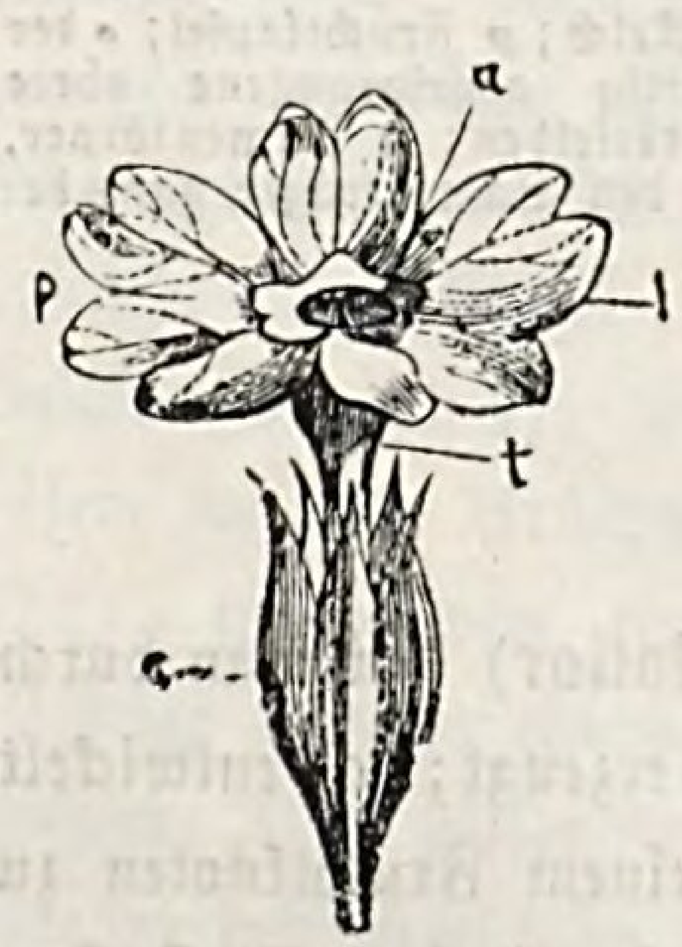


Fig. 562. Blüthe der Frühlingsschlüsselblume (Primula elatior).*

* c Kelch; p Blumenkrone; t Rohre der Kronenblätter; l die fünf Lappen der Kronenblätter; a die Antheren.



Fig. 563. Der Kelch derselben Blüths allein.

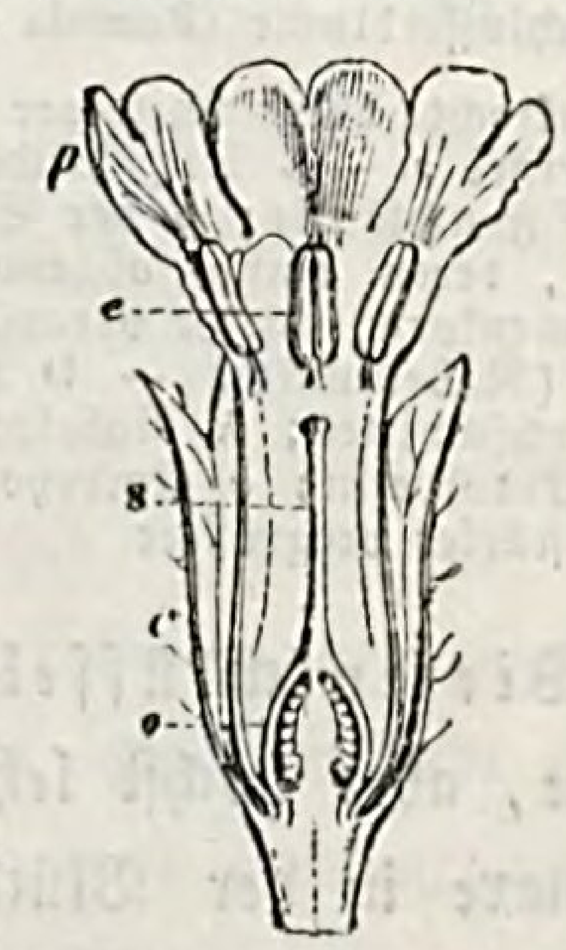


Fig 564. Dieselbe Blüthe senkrecht durchschnitten. *

* c Kelch; p Krone; e Antheren; die Filamente sind mit den Kronenblättern verwachsen, o Fruchtknoten; s Griffel.

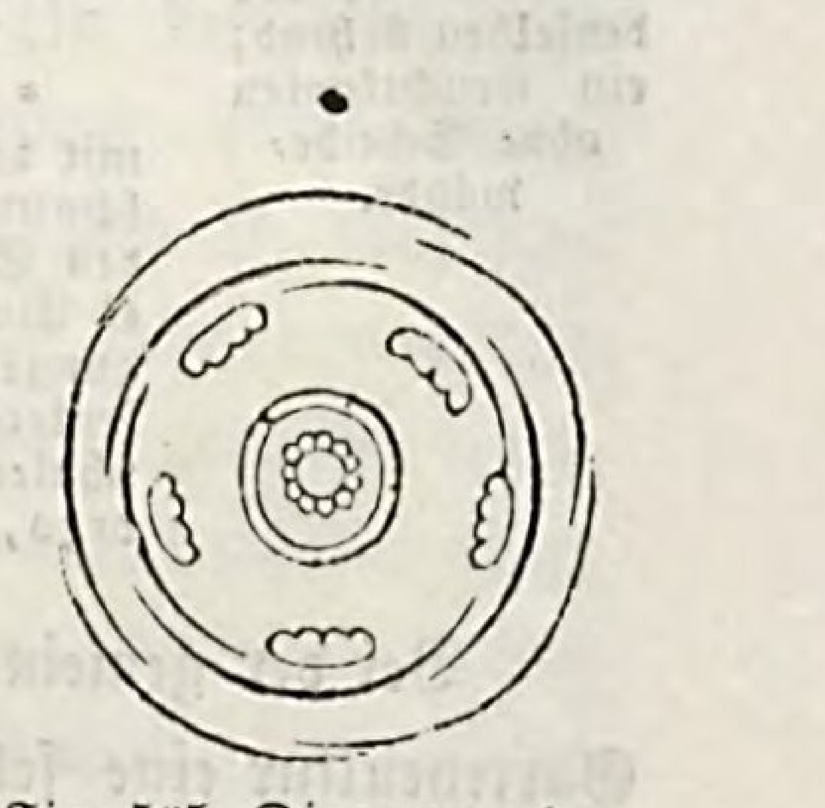


Fig. 565. Diagramm derselben Blüthe. Fünf Kelchblätter; fünf Kronenblätter; fünf Antheren, vor diesen stehend; ein Fruchtknoten ohne Scheidewände; ein Mittelsäulchen (Samenträger) mit Samenknöspchen.

sind meistens mehr oder weniger der Mittellinie derselben angewachsen (Fig. 562 bis 565). Die Erklärung dieser höchst auffallenden Erscheinung durch das Fehlschlagen eines mit den Kronenblättern wechselständigen Kreises von Blattorganen zwischen den Kronenblättern und den Staubfäden scheint hier kaum zulässig, und dennoch wird dasselbe scheinbar unterstützt durch die Erscheinung, welche man beim Pungenkraute (Samolus Valerandi) wahrnimmt, welches zur Familie der Primeln gehört. Hier stehen vor den fünf Einschnitten der Blumenkrone fünf Staminodien, verkümmerte Staubfäden! — Bei dem Milchkraute besteht die Blume nur aus einem fünftheiligen glockenförmigen Perigone, welches dem Kelche entspricht, übrigens blumenkronenartig gefärbt ist, und mit dessen fünf Spitzen die Staubfäden abwechselnd stehen (Fig. 566). — Der Fruchtknoten der Primulaceen besitzt gar keine Scheidewände (Fig. 565), indem die Karpelle, welche ihn bilden, fünf an der Zahl, nur mit ihren Rändern vereinigt sind. Die Verlängerung der Blüthenaxe steht ganz frei als Mittelsäulchen in demselben, ist meistens ein wenig angeschwollen und ganz mit Samenknospen umgeben (Fig. 567). Letztere sind stets in einer sehr eigenthümlichen Lage, nämlich so an ihrem Befestigungspunkte herabgedrängt, daß sie mit dem Mittelpunkte ihrer Seite „schildförmig" angewachsen erscheinen. Der Embryo kehrt daher hier weder die Cotyledonen, noch die Wurzelspitze dem Befestigungspunkte des Samens zu, sondern vielmehr die Mitte seiner Länge. Die Fruchtkapsel springt bei den meisten Gattungen dieser Familie drei- bis fünfklappig auf; bei dem Ackergauchheil reißt der obere Theil derselben durch einen kreisförmigen Riß von dem unteren Theile wie ein Deckel los (Fig. 568).



Fig. 566. Diagramm einer Blüthe des Meerstrandsmilchkrautes (Glaux maritima). Fünf Perigonblätter; fünf Staubfäden, vor denselben stehend; ein Fruchtknoten ohne Scheidewände.

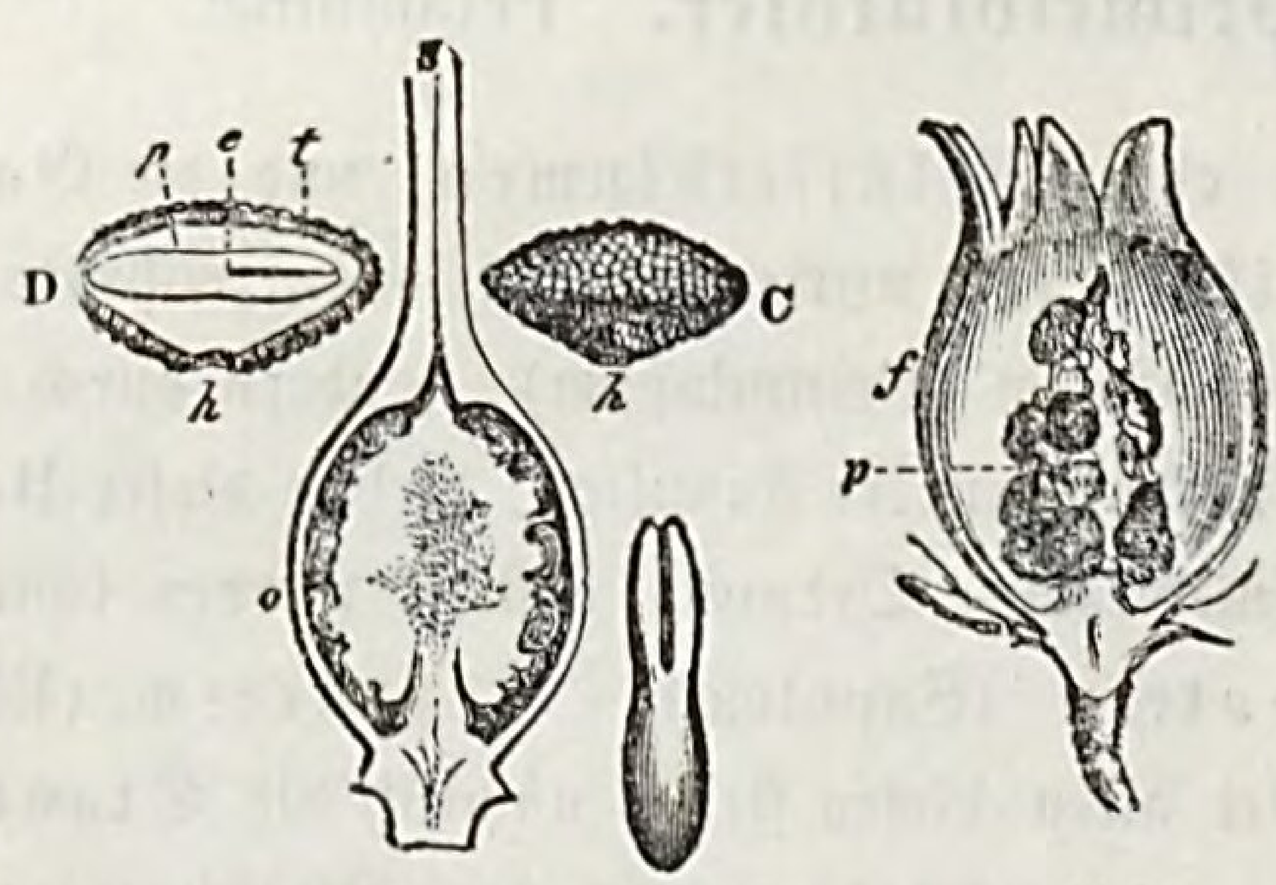


Fig. 567. Die Frucht- und Samenbildung der Frühlingsschlüsselblume (Primula elatior). *

* A senkrecht durchschnittener Fruchtknoten *o*, mit dem Griffel *s*. — B Die Frucht senkrecht durchschnitten; *f* Fruchthülle; *p* der Samenträger mit den Samen, deren einige abgenommen sind. — C Ein Samenkorn, stärker vergrößert; *h* Befestigungspunkt (Nabelpunkt). — D Das Samenkorn senkrecht durchschnitten; *h* Nabelpunkt; *t* Samenschalen; *p* Endosperm; *e* Embryo. — E der Embryo, noch stärker vergrößert.

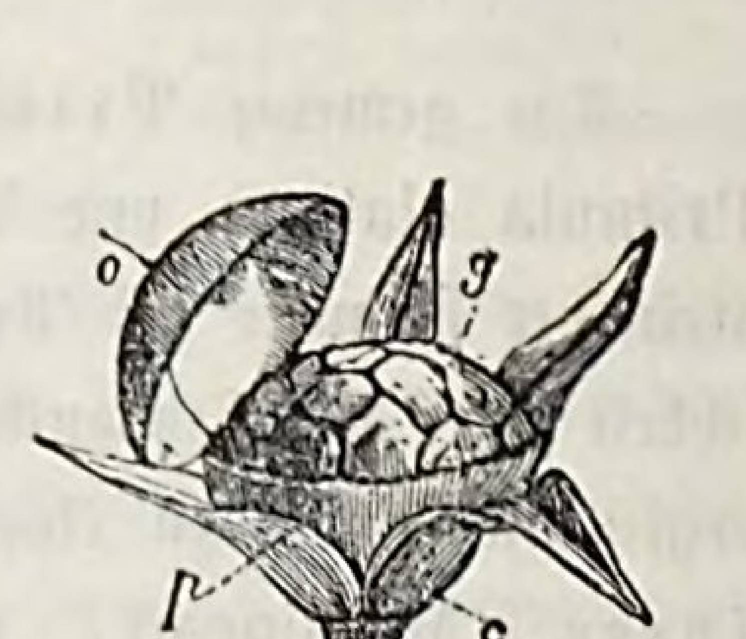


Fig. 568. Die „Büchsenfrucht" des Ackergauchheils (Anagallis arvensis), aufgesprungen, fünffach vergrößert. *

* *c* Kelch; *p* Fruchtkapsel; *o* der deckelartig abgesprungene obere Theil derselben; *g* Samenkörner, welche den Samenträger ganz bedecken.

Bei der gemeinen Wiesenschlüsselblume (Primula elatior) hat man durch Gartencultur eine seltsame, aber höchst lehrreiche Mißbildung erzeugt; es entwickelt sich nämlich die Blüthenaxe in der Blüthe oft, anstatt in einem Fruchtknoten zu endigen, zu einer neuen Blüthenknospe, so daß dann zwei Blüthen ineinander stecken. Dieselbe Pflanzengattung gibt auch, wie alle ihre nächsten Verwandten, ein neues Beispiel des Wuchses krautiger und doch mehrjähriger — „perennirender" — Gewächse, welche nicht im Stande sein würden, sich den Winter hindurch zu er-

halten, wenn sie ihre krautigen Axen über den Boden erhöben. Der eigentliche Stamm bleibt daher ganz kurz und unterirdisch, und die Blätter stehen in einer Rosette innig zusammengedrängt, so daß sie gewöhnlich Wurzelblätter genannt werden. Ein ganz blätterloser Zweig oder Schaft ist es, welcher allein die Blüthen über den Boden emporträgt; derselbe geht nach der Samenreife wieder ein. Bei den Aurikeln ist die unterirdische Axe sehr entwickelt, dringt tief in den Boden ein und verzweigt sich, und ist durch zahlreiche Adventivwurzeln einer vielfachen Zertheilung fähig, durch welche man diese Pflanzen am gewöhnlichsten zu vermehren pflegt. — Die Erdscheibenpflanze (Cyclamen europaeum) besitzt eine der seltsamsten Formen des perennirenden Axenorganes. Dasselbe nimmt hier nämlich durch starke Verdickung, bei völlig mangelnder Längenzunahme, die Form eines platten, scheibenförmigen Kuchens an, welcher, wie die Kartoffeln, genießbar ist. — Die gemeine Lysimachia zeigt in einem hohen Grade von Regelmäßigkeit die Stellung der Blätter in dreizähligen Quirlen, deren Blätter in je zwei aufeinander folgenden Quirlen in der Richtung stets abwechseln (Fig. 569). Diese letztere Pflanze besitzt an ihren Blüthenstielen Drüsenhaare von ähnlicher Bildung, wie diejenigen des Löwenmaules, aber mit doppelter Drüsenzelle auf dem Gipfel (Fig. 570).



Fig. 569. Ein Abschnitt des Stengels der gemeinen Lysimachie (Lysimachia vulgaris) mit dreizähligen Quirlen in genau abwechselnder Stellung.

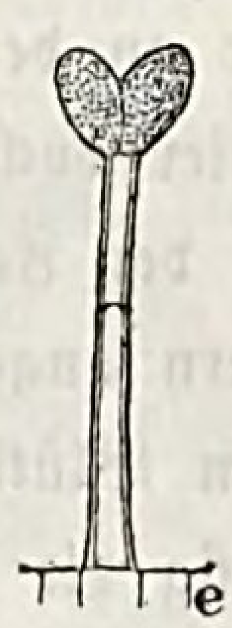


Fig. 570. Ein Drüsenhaar vom Blüthenstiele der gemeinen Lysimachie; e Oberhaut; das Haar besteht aus zwei langgestreckten Zellen und zweien eiförmigen Drüsenzellen auf dem Gipfel.

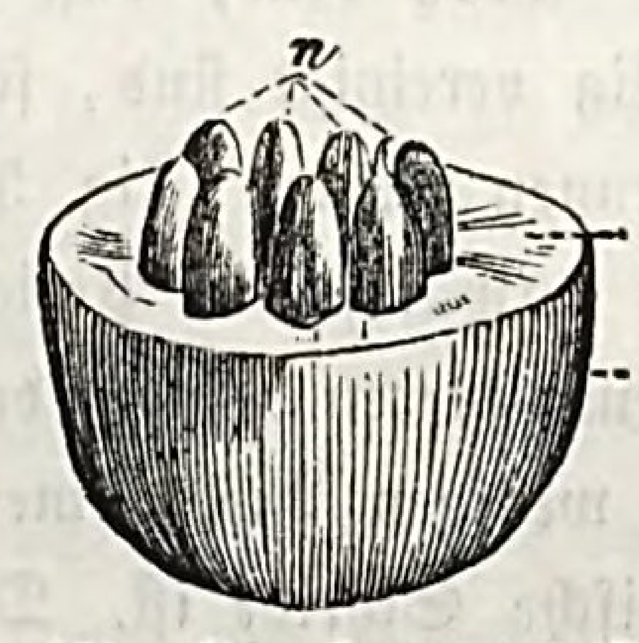


Fig. 571. Die Frucht des Sapotillbaumes (Achras sapota), deren Fruchtfleisch man durch einen Horizontalschnitt so abgelöst hat, daß die Samen n zur Hälfte sichtbar geworden sind; g Frucht; e Fruchtfleisch.

Die meisten Familien der Primelblüthler sind tropisch oder doch nur bis in die wärmsten Länder der gemäßigten Zone verbreitet, und die zu denselben gehörigen Gewächse haben eine ganz andere Tracht, als die Primulaceen, die einzigen, welche bei uns einheimisch sind. Jene sind Sträucher oder bedeutende Bäume. Zu den Ebenaceen gehören diejenigen Bäume, deren schwarzes Kernholz unter dem Namen Ebenholz aus Ostindien zu uns kommt (Diospyrus ebenum und D. melanoxylon). Das Splintholz dieser Bäume ist ganz weiß. Ein nahe verwandter Baum (D. lotus), welcher in Nordafrika und selbst in Südeuropa angetroffen wird, liefert treffliche Früchte, Lotosbirnen genannt, ähnlich den Sapotiläpfeln (Fig. 571), welche von einem Baume aus der Familie der Sapoteen herrühren. Die fleischige und zu einem Fruchtbrei aufgelöste innere Schicht der Karpelle ist der genießbare Theil dieser Früchte. Der Milchsaft einer baumartigen Sapotee aus dem Geschlechte der Bassien (Bassia), Tuban genannt, in Singapore, Borneo und Malacca außerordentlich häufig, liefert eingetrocknet die neuerdings so wichtig gewordene Gutta-Percha. — Die Familie der Styraceen enthält den südeuropäischen Storaxbaum (Styrax officinalis), aus welchem ein duftendes Gummiharz, der Storax, ge-

wonnen wird, sowie den Benzoebaum (Benzoin officinale), welcher das auf den Apotheken gebräuchliche Benzoe, eine dem Bernsteine nicht unähnliche Mischung von Benzoesäure ($C^{14}\ H^5\ O^3 + HO$) und Benzoeharz erzeugt.

Zwölfte Ordnung.

Die Heiden. Ericineæ.

Die Familien der gemeinen Heiden oder Ericeen (Ericeæ) und der Bergheiden oder Epacrideen (Epacrideæ), der Preißeln (Vaccinieæ) und Ohnblattgewächse (Monotropeæ) bilden eine den Primelblüthlern nahe verwandte Ordnung. Die Steppenheide (Calluna vulgaris) ist eine sehr allgemein bekannte Pflanze der ersteren Familie, welche nahe an tausend sämmtlich immergrüne Arten enthält, von denen jedoch etwa 7/8 dem südlichen Afrika allein angehören, während andere sich durch beide gemäßigte Zonen und die nördlichen kalten Gegenden verbreiten. Die Epacrideen gehören fast ganz ausschließlich Neuholland und den benachbarten Inseln an.

Trotz dem, daß die Kelchblätter und die Kronenblätter auch bei den Heiden völlig vereinigt sind, so daß man nur an den freien Spitzen die Zahl derselben zu erkennen vermag (Fig. 572), so sind hier doch nicht, wie es bei derartigen Blüthen mit verwachsenen Perigonquirlen stets der Fall zu sein pflegt, die Staubfäden an ihrem unteren Theile den Kronenblättern angewachsen, sondern dieselben stehen hier, mit wenigen Ausnahmen, frei auf dem Blüthenboden, welcher meistens eine hypogynische Scheibe ist. Dagegen ist häufig die Krone ein wenig mit dem Kelche verwachsen, so daß sie auf demselben zu stehen scheint. Der Grund des Fruchtknotens ist bei vielen Gattungen mit einem drüsigen Ringwulste oder drüsigen Auswüchsen umgeben, welche als verkümmerte Staubfäden angesehen werden dürfen. Dieselben sondern Honigsaft aus und sind also Nektarien. Die Antheren besitzen nicht selten seltsame Auswüchse, wie Hörnchen u. s. w. Dieselben öffnen sich oft durch sehr kleine Löcher in der Nähe des Connektivs (Fig. 573, a — d). Der Fruchtknoten hat bei diesen Gewächsen stets Scheidewände. Derselbe trägt nur einen Griffel (Fig. 574).

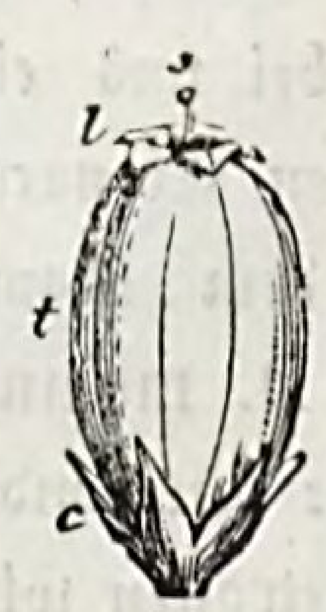


Fig. 572. Eine Blüthe der grauröthlichen Heide (Erica cinerea) vom Cap der guten Hoffnung, doppelte Größe. *

* c Kelch; t krugförmig aufgeblasener Theil der Blumenkrone; l die freien Spitzen der Kronenblätter; s Narbe des Griffels.

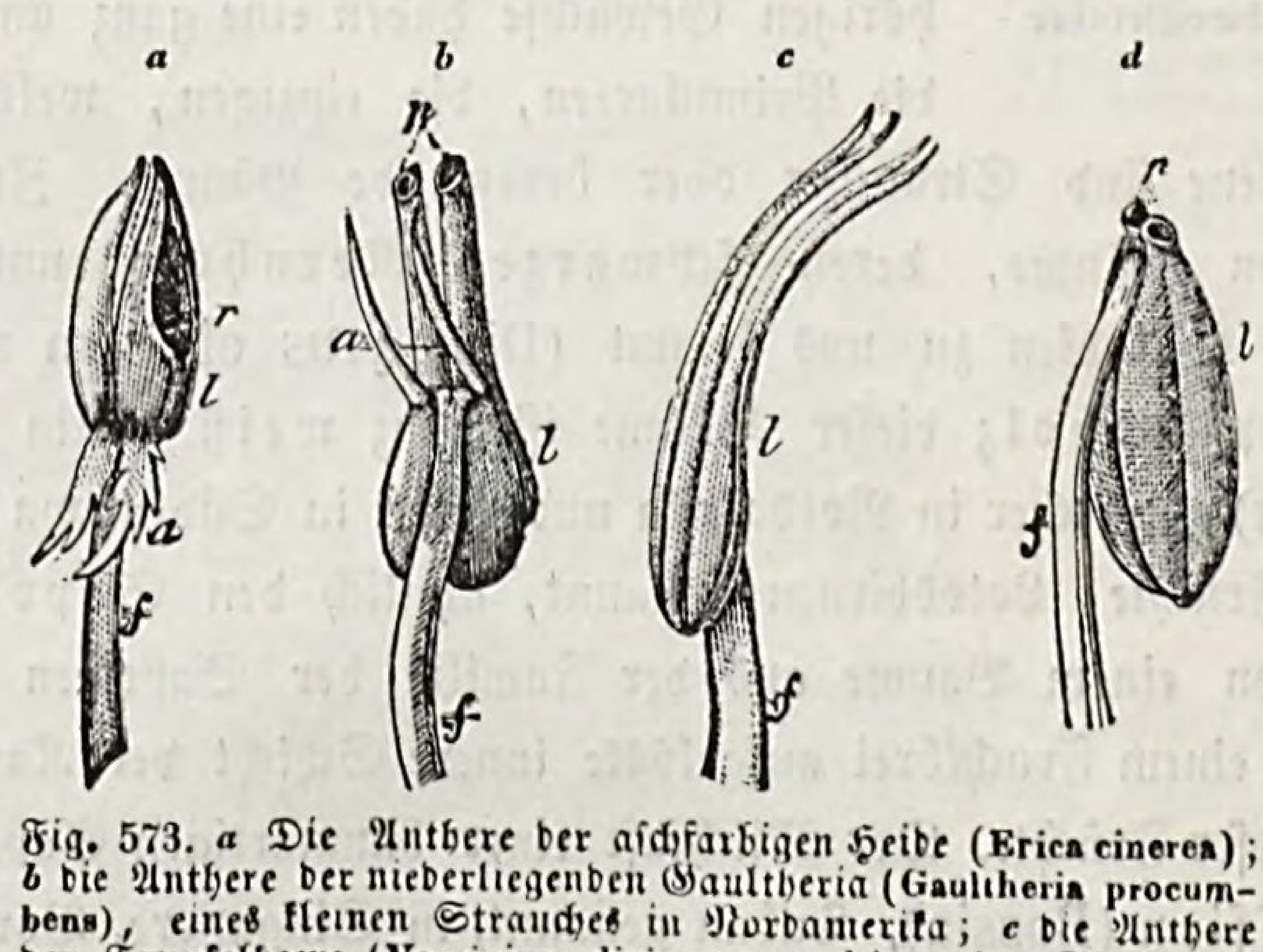


Fig. 573. a Die Anthere der aschfarbigen Heide (Erica cinerea); b die Anthere der niederliegenden Gaultheria (Gaultheria procumbens), eines kleinen Strauches in Nordamerika; c die Anthere der Trunkelbeere (Vaccinium uliginosum); d der obere Theil eines Staubfadens vom rundblätterigen Wintergrun (Pyrola rotundifolia), vergrößert; f Filament; l Antherenfächer; p die lochförmigen Oeffnungen zur Ausschüttung des Pollen; r Spalten der Antherenfächer; a Anwüchse der Antheren.



Fig. 574. Der obere Theil des Griffels eines Sandbeerenstrauches (Arbutus andrachne), vergrößert. *

* t Griffel; s schildförmig ausgebreitete Narbe.

Bei vielen Ericeen bleibt die spreuartig häutige Blumenkrone nach der Befruchtung bis zur Fruchtreife und selbst noch über diese hinaus in fast unverändertem Zustande erhalten. Zu der nämlichen Familie gehören auch die herrlichen Rhododendren oder Alpenrosen (Rhododendron), welche nur auf den höheren Alpen wachsen und diese durch ihre schönen Blüthen schmücken, sowie das Wintergrün (Pyrola) in unseren Wäldern. Von großer Wichtigkeit sind für manche kältere Gegenden die schwarzblauen Heidelbeeren oder Bickbeeren von der gemeinen Preißelpflanze (Vaccinium myrtillus), sowie die hochrothen, Citronensäure enthaltenden Kronsbeeren, letztere von der immergrünen Preißelpflanze (Vaccinium vilis idæa). Die Ohnblattpflanze (Monotropa hypopitys), welche sich, wie die Epacrideen, durch einfächerige Antheren in dieser Familie auszeichnet, ist eine der merkwürdigsten Schmarotzerpflanzen. Sie wächst auf dem Moder der halbverwesten Blätter in Nadel- und Laubwäldern, und besitzt ganz das Ansehen und die Tracht der Orobancheen.

Nicht leicht möchte eine Pflanze zu nennen sein, welche in höherem Grade den Namen einer socialen (geselligen) Pflanze verdiente, als die gemeine Steppenheide. In ungeheurer Ausdehnung bekleidet dieselbe viele Gegenden, welche der Cultur noch nicht unterworfen worden sind, besonders die großen Steppen des nördlichen Deutschlands, welche mit dieser Pflanze den gleichen Namen haben, wie die Lüneburger Heide. So weit das Auge reicht, bietet sich oft keine Spur eines anderen Gewächses demselben dar; Alles ist mit dem niedrigen, zähholzigen, vieläſtigen Gesträuche bedeckt', dessen geringe Blättchen nicht im Stande sind, durch ihr Grün die braunrothe Färbung der übrigen Pflanzentheile zu verhüllen, durch welche jene Landschaften ein so düsteres Bild gewähren. Aber im Sommer, wenn die tausend rothen Blüthen an jedem Sträuchlein alle Zweige bedecken, dann verbreitet sich ein herrlicher Rosenschimmer über die unabsehbaren, welligbügeligen Steppen. Im Winter finden dort die genügsamen Heidschnucken, grobwollige Schafe, ihre karge Nahrung; im Sommer summen tausend Bienenschwärme, um den Honig, das edelste Produkt jener Landschaften, zu sammeln, welcher in diesen zahllosen Blümchen in so reichlicher Menge erzeugt wird.

Dreizehnte Ordnung.

Die Schildträger. Discanthæ.

Die Familie der Doldenpflanzen, der Araliaceen, der Reben und der Misteln, sind durch Eigenthümlichkeiten der Blüthen mit einander verwandt, indem bei allen dahin gehörigen Pflanzen fehlgeschlagene Blüthenorgane mit den vereinigten Theilen der entwickelten Organe zusammen einen schildförmigen drüsigen Körper bilden, auf welchem mehr oder weniger die freien Theile der Blüthenorgane, insbesondere die Staubfäden, befestigt erscheinen. Uebrigens ist die Tracht der genannten Familie so abweichend, daß ihre Vereinigung zu einer Ordnung wenig Werth besitzt.

Die Familie der Doldenpflanzen (Umbelliferæ) ist eine der ausgezeichnetsten natürlichen Gruppen des Pflanzenreiches; bei keiner anderen Familie sind alle wesentlichen Verhältnisse so übereinstimmend, wie bei dieser, welche für uns um so

wichtiger ist, als dieselbe nicht allein viele theils gefährliche, theils sehr nützliche Gattungen enthält, sondern auch durch ihre Häufigkeit und Verbreitung für die kälteren gemäßigten Gegenden Europa's vorzugsweise charakteristisch ist. Der Name dieser Familie ist entlehnt von ihrem Blüthenstande (Fig. 575), der **Dolde** oder dem

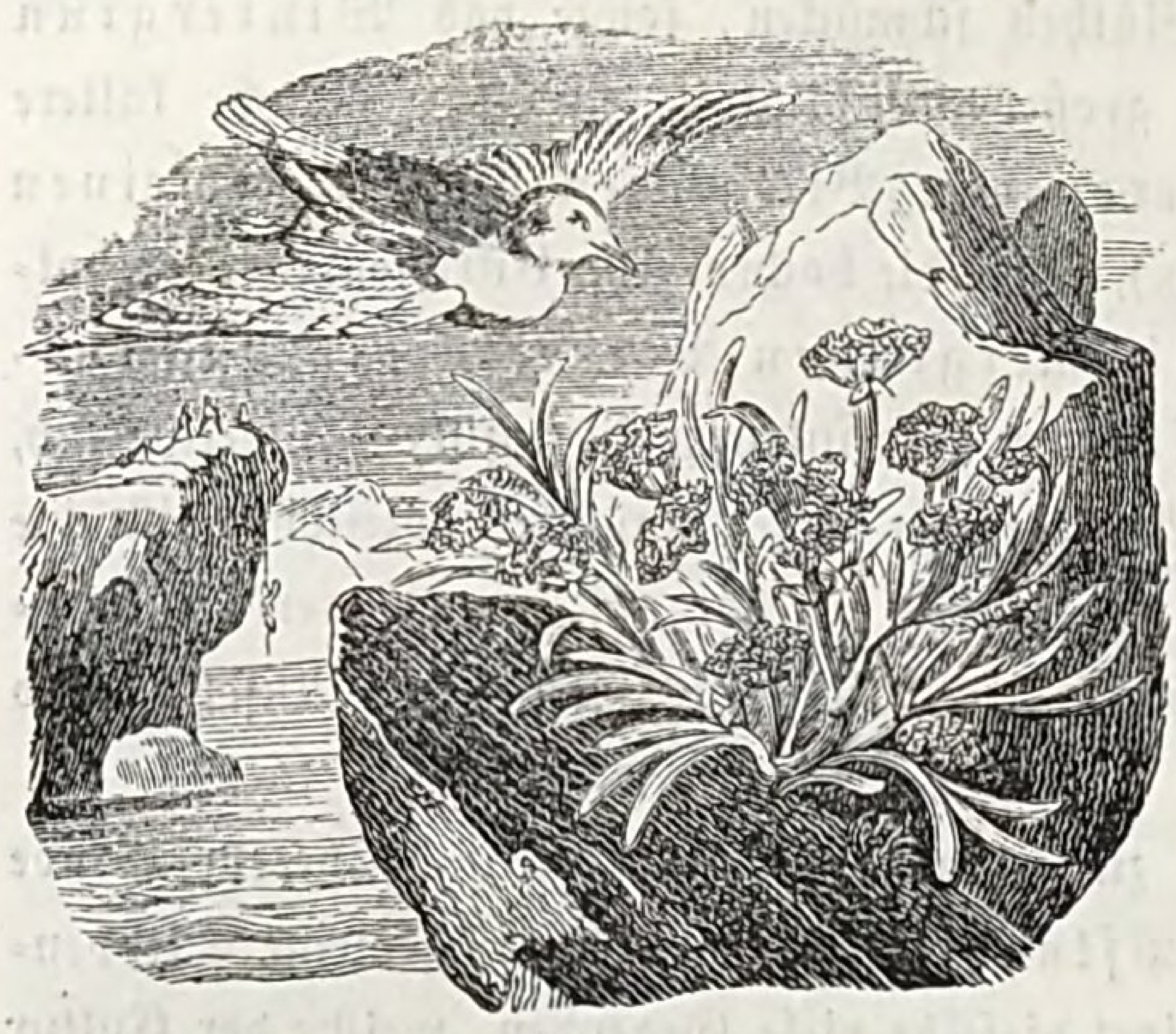


Fig. 575. Der Meerfenchel (Crithmum maritimum).



Fig. 576. Die zusammengesetzte Dolde der gemeinen Mohrrübe oder Karotte (Daucus carota). *

* *a'* Hauptaxe des Blüthenstandes, den Doldenstiel bildend; *a''* Nebenaxen ersten Grades, welche die Dölochenstiele bilden; *o''* Dölochen; *a'''* Nebenaxen zweiten Grades, welche die Blüthenstiele bilden; *i'* die Doldenhülle; *i''* die Dölochenhülle.

Blüthenschirme (umbella). Dieser Blüthenstand besitzt eine Hauptaxe, welche von dem Punkte an, aus welchem die erste Nebenaxe entspringt, durchaus nicht mehr verlängert ist, so daß die sehr zahlreichen Nebenaxen sämmtlich aus dem Ende der Hauptaxe hervorzukommen scheinen und die spiralig angeordneten Deckblättchen, in deren Achseln sie stehen, eine Art von Rosette bilden. Dabei sind die Nebenaxen, welche unmittelbar die Blüthen tragen, entweder ziemlich von gleicher Länge, so daß die Dolde kugelig oder köpfchenartig erscheint, oder die älteren, auf dem äußersten Umgange der Spirale stehenden, sind länger, als die jüngeren, welche letztere allmählig immer kürzer geblieben sind, so daß die auf den innersten Umgängen der Spirale stehenden die kürzesten sind, wobei dann die Blüthen selbst alle in einer schwach gewölbten oder in einer völlig ebenen Fläche stehen. Bei den meisten **Doldenpflanzen** ist die Dolde nicht eine solche **einfache**, sondern eine **zusammengesetzte**; die Nebenaxen der Hauptaxe des Blüthenstandes bilden eine Dolde, welche zunächst nicht aus einzelnen Blüthen, sondern vielmehr wieder aus Döldchen besteht, indem diese Nebenaxen ersten Grades ganz in derselben Weise, wie bei der einfachen Dolde, die Hauptaxe, an dem Punkte, mit welchem sie aufhören, sich zu verlängern, zahlreiche Nebenaxen zweiten Grades tragen, welche die eigentlichen Blüthenstiele sind (Fig. 576). Die Deckblättchen bilden unter jeder Dolde und unter jedem Döldchen eine **Hülle**. Bei den einzelnen Blüthen eines solchen Blüthenstandes bemerkt man meistens eine ausgezeichnetere Entwicklung der Kronenblätter derjenigen Blüthen, welche dem äußersten Rande eines Döldchens angehören, sowie besonders derjenigen, welche den äußersten Umfang der zusammengesetzten Dolde einnehmen. Ja, diese Blüthen sind gewöhnlich höchst unregelmäßig gebaut, indem die auswärts gerichteten Blättchen viel größer sind als die gegen das Centrum der Dolde gerichteten. Obendrein sind die Randblüthen häufig nur

eingeschlechtig — Verhältnisse, welche sämmtlich im höchsten Grade an die Blüthenkörbchen der Kardenträger erinnern, welche man als Dolden mit sehr kurzen und zu einem gemeinsamen Boden verwachsenen Blüthenstielen betrachten könnte.

Als ein zweckmäßiges Beispiel zur Erläuterung des Baues der einzelnen Blüthen der Umbelliferen kann die Moorrübe dienen (Fig. 577 — 579). Die Staubfäden, Kronen- und Kelchblätter sind sämmtlich dem Fruchtknoten angewachsen, auf dessen Gipfel dieselben eine epigynische Scheibe (discus) umschließen, auf welcher die Kronenblätter und Staubfäden nebst den beiden kurzen Griffeln zu stehen scheinen. Die Kelchblätter endigen in fünf, oft kaum bemerkbare Spitzen. Die Kronenblätter, deren ebenfalls fünf sind, ragen deutlicher hervor und werden in den botanischen Schriften meistens als völlig getrennte Blätter beschrieben, indem man es übersieht, daß ihr unterer Theil in der Umgebung des Fruchtknotens mit verwachsen ist. Dieselben breiten sich an ihrem Ende aus und sind oft von der Spitze her in der Mittellinie eingeschnitten oder mit einer tiefen, einwärtsgeschlagenen Falte versehen (Fig. 580), welche bei vielen Gattungen durch ungleiche Ausbildung der Seitenhälften schief erscheint (Fig. 577). In der Knospenlage liegen die Kronenblätter klappig, wobei sie oft dachziegelig übereinander greifen. Der Staubfäden, welche in der Knospenlage einwärts gekrümmt liegen, sind ebenfalls fünf; der innerste Theil der Blüthenorgane erscheint dagegen unvollständig, indem die vereinigten Karpelle nur zwei Fruchtknotenfächer bilden und nur in zwei Griffelchen auslaufen. Es scheint, daß die epigynische Scheibe, welche diese Griffel umgibt, durch Blüthenorgane gebildet werde, welche nicht ihre völlige Entwicklung erreichen, seien es nun die fehlgeschlagenen Griffel der übrigen Karpelle, oder sei es ein fehlgeschlagener zweiter Kreis von Staubfäden. Damit stimmt überein die Beschaffenheit dieses Gebildes, indem die ganze

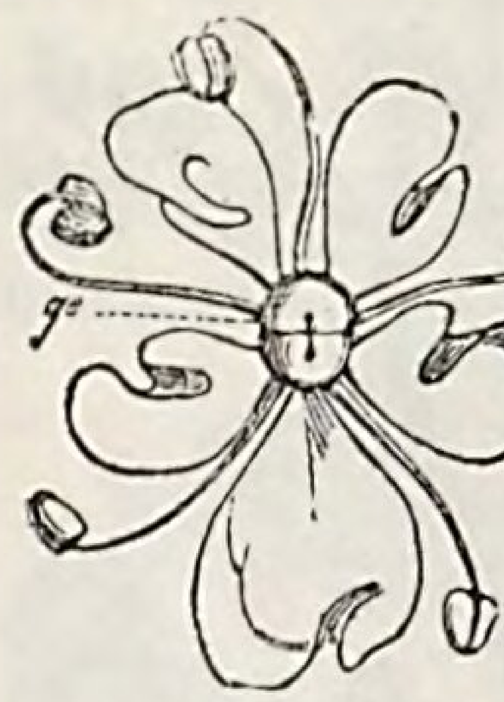


Fig. 577. Eine Blüthe der gemeinen Moorrübe (Daucus carota), von oben gesehen, zehnfach vergrößert. *

* Fünf schief eingefaltete Blumenkronenblätter; *ge* epigynische Scheibe, mit einer Mittelfurche und zweien Griffeln.

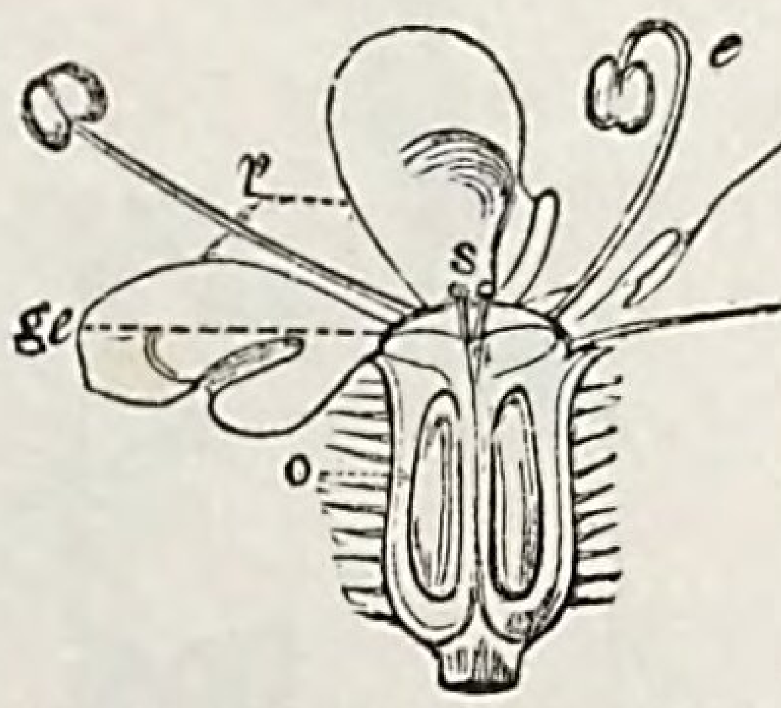


Fig. 578. Dieselbe Blüthe senkrecht durchschnitten. *

* *o* Fruchtknoten, worin zwei hangende Samenknöspchen; *p* Kronenblätter; *e* Staubfäden; *ge* epigynische Scheibe; *s* die Griffel mit kopfförmigen Narben.

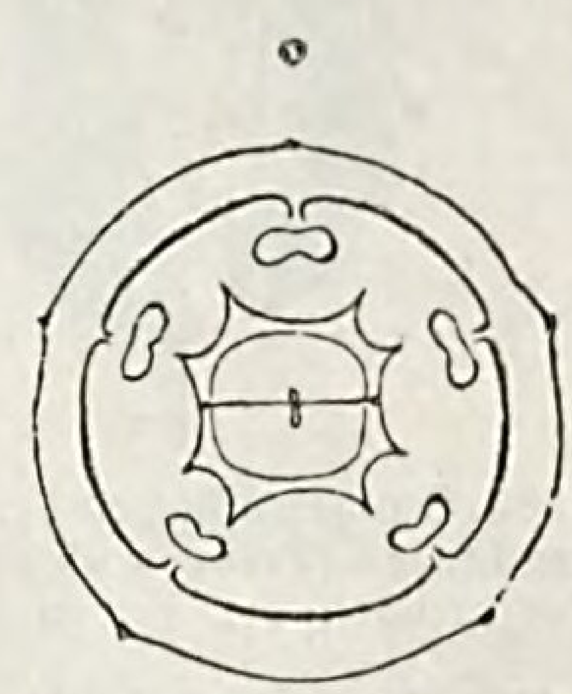
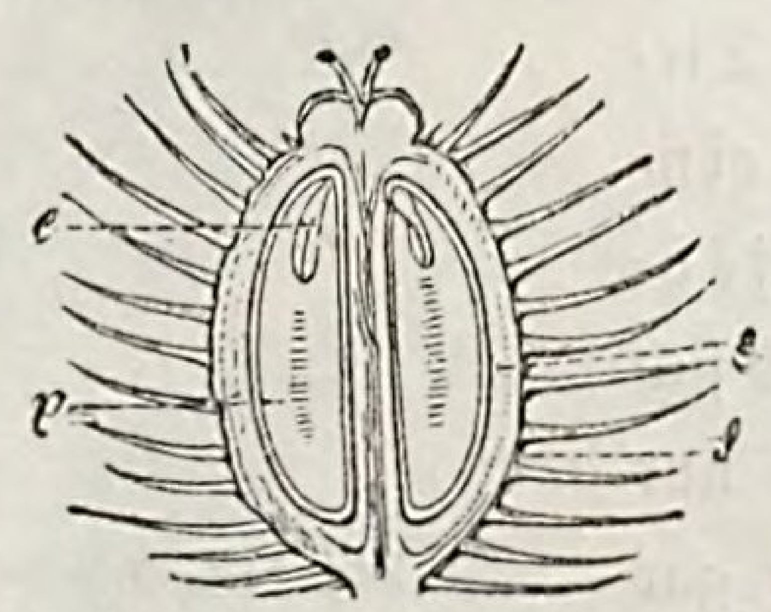


Fig. 579. Diagramm der nämlichen Blüthe. Fünf Kelchblätter, zusammengewachsen; fünf Kronenblätter; fünf Staubfäden; ein doppelter Fruchtknoten, mit zweien Fächern und zweien Griffeln.





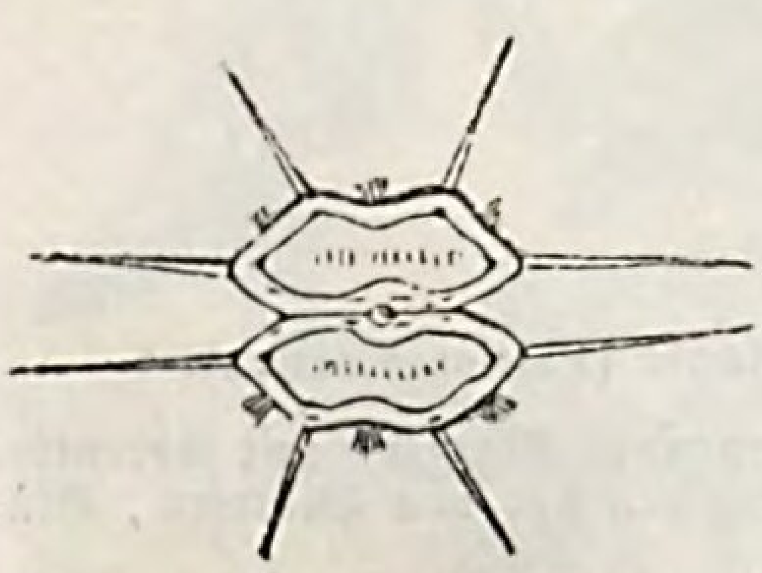


Fig. 582. Die nämliche Frucht horizontal durchschnitten, um die zwei Fächer und die Naht, sowie die stacheligen Rippen zu zeigen.

Fig. 581. Eine reifende Frucht der gemeinen Moorrübe, senkrecht durchschnitten; vergrößert. *

* *f* Fruchtdecke, äußerlich auf den Rippen mit Stachelhaaren besetzt; *g* Samen; *p* Endosperm; *e* Embryo.

Fig 580. Der freie Theil eines Kronenblattes von der Blüthe der Feldmannstreu (Eryngium campestre), vergrößert, um die einwärts gefaltete Spitze zu zeigen.

Oberfläche desselben Honigsaft absondert. Die **Farbe** der Kronenblätter ist bei den Umbelliferen außerordentlich gleichartig, fast **bei allen weiß**, selten **gelb**, höchst selten **roth**.

Im Fruchtknoten, dessen äußere, aus den verwachsenen Theilen der Staubfäden, Kronen- und Kelchblätter gebildete Decke eine Anzahl von Rippen und Furchen zeigt, von denen die ersteren mit Haaren oder Stachelchen besetzt zu sein pflegen, trägt die als Mittelsäulchen bis in den Grund der Griffel verlängerte Blüthenaxe in jedem Fache eine Samenknospe. Nach der Blüthezeit bleiben die Griffel nebst dem Nektarienpolsterchen (der epigynischen Scheibe) auf dem Fruchtknoten stehen, an welchem schon äußerlich die innere Zweitheiligkeit durch eine immer tiefer werdende Nahtfurche angedeutet ist (Fig. 581 und 582). Der Same enthält in einem Endosperm, welches seine Hauptmasse bildet, einen sehr kleinen Embryo. Seine Decken verwachsen ganz mit den Karpellen und den äußeren Fruchtbedeckungen. Bei der Reife lösen die beiden Seitenhälften des Fruchtknotens sich an ihrem Grunde los, während sie unter den Griffeln mit dem stehenbleibenden Mittelsäulchen verwachsen bleiben, so daß dann von der Spitze dieses letzteren zwei Früchte seitlich herabhangen, welche gewöhnlich **irrthümlich für die Samen** selbst gehalten werden („Kümmelsamen, Karottensamen, Petersiliensamen"). Es sind vielmehr Früchtchen, welche sich, wegen der völligen Verwachsung der Fruchtdecken, Karpelle und Samendecken nicht öffnen können, somit **Schließfrüchtchen**. Man hat den Früchten der Umbelliferen insbesondere den Namen **Doppelschließfrüchtchen** oder **Doppelachenien** gegeben, oder man nennt sie **Hangefrüchtchen**. Oft trennt sich auch das Mittelsäulchen in zwei Seitenhälften, welche unten vereinigt bleiben (Fig. 583).

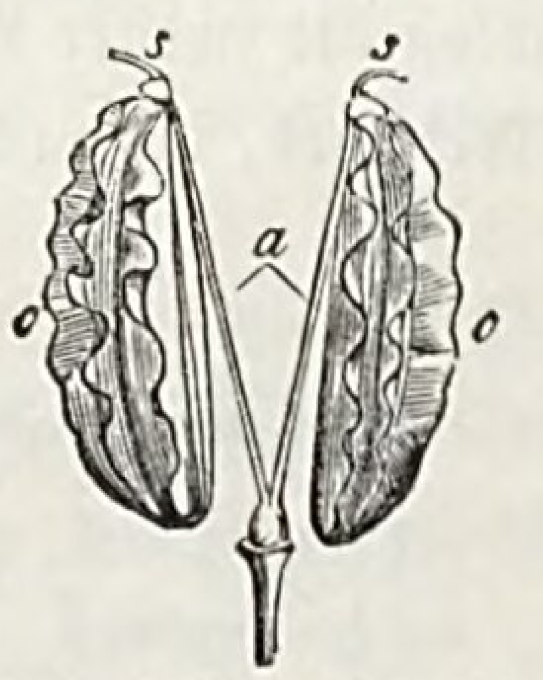


Fig. 583. Hangefrüchtchen der Tibetanischen Futterpflanze (**Prangos uloptera**) nach dem Losspringen der beiden Früchte. *

* *cc* Die beiden Früchte, deren Rippen buchtige Flügelsäume bilden; *a* die beiden Hälften des Mittelsäulchens; *s* Griffel.

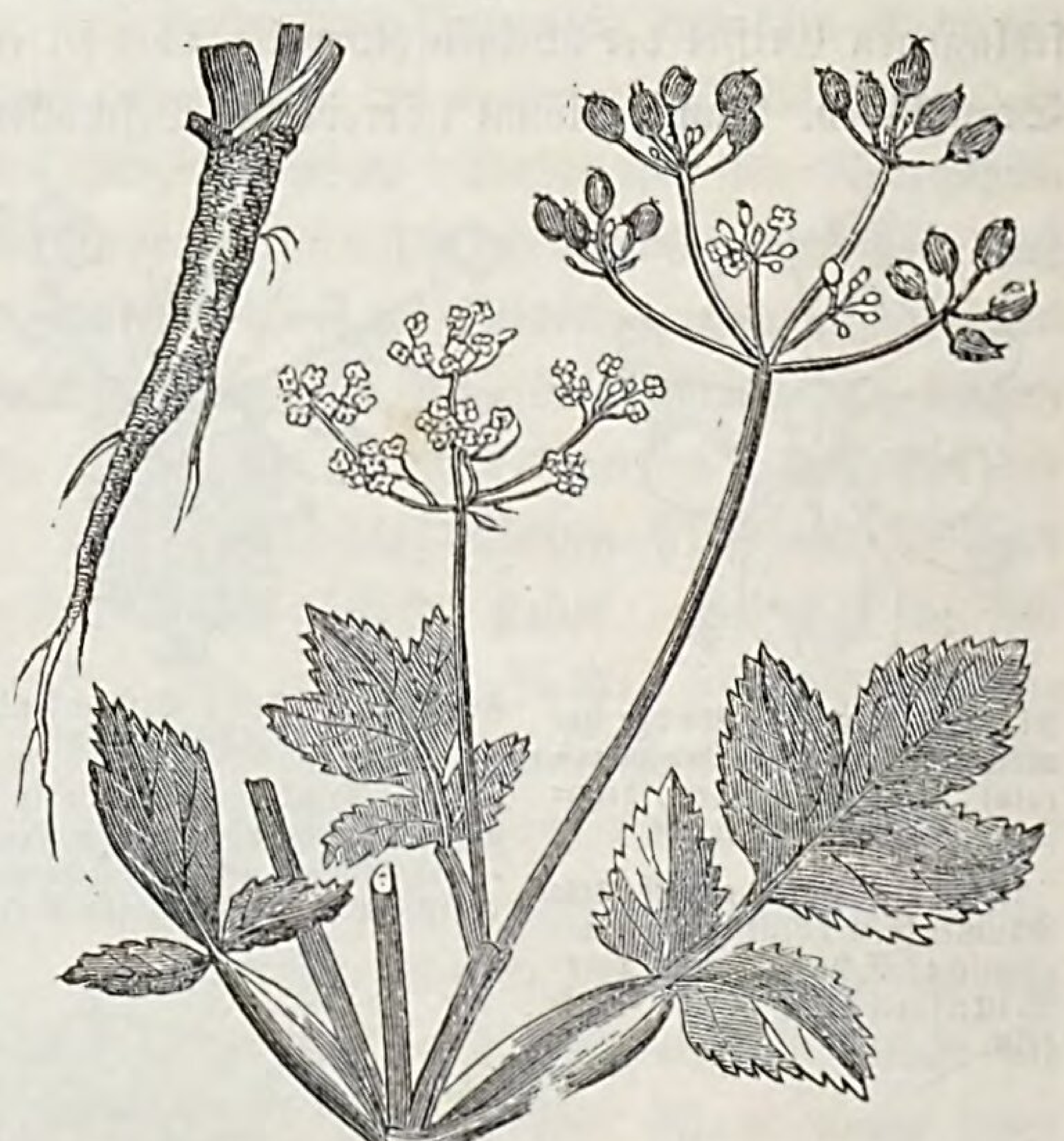


Fig. 584. Die wilde Pastinake (**Pastinaca sativa**). *

* *a* Unterirdische Axe, sogenannte Wurzel, mit Adventivwurzeln; *b* ein Theil der oberirdischen Axe mit Blättern, Blüthen und Früchten.

Die **Umbelliferen** sind Pflanzen, welche nie ausdauernde holzige Stämme erzeugen. Dieselben sind zum Theil nur **einjährig**, meistens aber **zweijährig**. In letzterem Falle bildet sich im Laufe des ersten Jahres nur eine äußerst kurze und oft gar nicht aus dem Boden hervorragende Axe, deren Gipfel einen dicht gedrängten Schopf rosettenartig stehender „Wurzelblätter" trägt, und erst im folgenden Jahre erscheint eine verlängerte oberirdische Axe, welche zerstreuter stehende Blätter

und endlich Blüthenstände hervorbringt. Der im Boden befindliche Theil des Stammes ist sehr häufig zu einem Knollen oder einer rübenartigen Spindel verdickt und mit Adventivwurzeln besetzt, und wird gewöhnlich für ein Wurzelorgan angesehen, wie die „gelbe Wurzel" der Moorrübe, der Pastinake (Fig. 584) und ähnlicher Pflanzen, der „Wurzelknollen" der Sellerie (Apium graveolens), der Erdkastanie (Carum bulbocastanum), des Schirlings (Cicuta virosa) u. s. w., Gebilde, welche vielmehr als „Zwiebeln ohne Blattschuppen" betrachtet werden sollten. Mitunter sind auch die Adventivwurzeln einer solchen unterirdischen Axe angeschwollen, so daß dann eine „büschelig knollige Wurzel" entsteht, wie bei der als Gemüse früher sehr geschätzten Zuckerwurzel (Fig. 585). Man sieht hier an zahlreichen Beispielen, daß zwischen Stamm und Wurzel gar nicht absolut zu unterscheiden ist; denn einestheils ist es leicht, die vielfachsten Belege dafür zu finden, daß die unterirdische Axe verkümmerte Blattorgane und Knospen erzeugt; andererseits ist dieselbe in ihren Funktionen entschieden eine Wurzel. Die Farbe ist im Boden natürlich nicht die grüne, aber der aus dem Boden hervorragende Theil zeigt solche sehr vollkommen, während mit zunehmender Abgeschlossenheit vom Lichte die weiße, schwarze oder gelbe, rothe oder blaue Farbe sich einstellt. Die Entwicklung des oberirdischen Theils der Axe geht außerordentlich rasch vor sich, so daß diese Gewächse in einem Sommer oft bedeutende Dimensionen erreichen, manche mehr als manneshoch und über einen Zoll dick werden. Vorzugsweise ist das, mitunter von einzelnen Faserbündeln und Spiralgefäßen durchzogene, Mark bei denselben sehr beträchtlich entwickelt, und die starke Verlängerung der an Faserbündeln und Gefäßen reichen Theile des Umfanges scheint auch hier großentheils von den scheidenartig die Axe umfassenden Phyllodien der Blattstiele auszugehen. Man bemerkt häufig hohle Axen, bei welchen das Mark nicht im Stande war der Verlängerung der Peripherie genügend zu folgen. Auch in den unterirdischen Theilen der Axe stellen sich bisweilen solche Höhlungen ein, wie bei den Sellerieknollen, und besonders in dem des Wasserschierlings, welcher eine Anzahl flacher Fächer übereinander besitzt. Die Blätter



Fig. 585. Die Zuckerwurzelpflanze (Sium sisarum). Der unterirdische und der oberirdische Theil.



Fig. 586. Ein Theil von einem vielfach gefiederten Blatte des Laserkrautes (Laserpitium hirsutum), verkleinert.

*

sind bei den Doldenpflanzen meistens sehr entwickelt; der Blattstiel erscheint an seinem Grunde scheidenförmig, die Axe umfassend, mitunter kahnförmig oder bauchig aufgeblasen (Fig. 584); die Blattspreite ist getheilt, entweder einfach gefiedert, so daß die Mittelrippe eine Anzahl von paarig sich gegenüberstehenden Seitenblättchen trägt und in ein ähnliches unpaariges Blättchen endigt, oder doppelt gefiedert, so daß die paarigen Seitenrippen selbst paarige Blättchen besitzen, oder gar dreifach oder noch mehrfach gefiedert (Fig. 586), wodurch dann die zierlichsten und mannigfaltigsten, in hohem Grade an die Wedel der Laubfarren erinnernden, aber durch Entwicklungsweise und Anordnung der Theile sehr wesentlich von diesen verschiedenen Formen entstehen, wie die Blätter der Moorrüben — in früheren einfacheren Jahrhunderten ein allgemein beliebter Putz der Damen — des Kümmels (Carum carvi), des Kerbels (Anthriscus s. Scandix cerefolium), des gefleckten Schierlings (Conium maculatum) u. s. w. sie darbieten. Weit seltener ist es, ganz einfache eiförmig abgerundete Blätter bei Pflanzen dieser Familie zu finden, wie es in der That nur bei dem Geschlechte der Hasenohrkräuter (Bupleurum) der Fall ist, deren Blätter obendrein gänzlich ungestielt sind und theils mit stark gegen den Grund verlängerten Seitenlappen den Stengel, an welchem sie stehen, umfassen, theils sogar denselben durch völlige Vereinigung dieser Seitenlappen auf der entgegengesetzten Seite so gänzlich umschließen, daß der Stengel durch die Blätter hindurch gewachsen zu sein scheint. Eine ähnliche Form der Blätter findet sich bei dem Wassernabelkraute, wo dieselben aber langgestielt und daher nicht vom Stengel durchwachsen, sondern schildförmig auf dem Stiele befestigt sind (Fig. 587).

Die Umbelliferen sind reich an eigenthümlichen Substanzen. Viele derselben enthalten eine bedeutende Menge von Zucker, besonders in den unterirdischen Theilen, wie die Zuckerwurzel (Fig. 585), die Moorrübe u. s. w. Bei andern herrschen Gummisäfte vor, welche meistens von Harzen und ätherischen Oelen begleitet sind und dann zum Theil als wichtige Arzneimittel dienen, wie Gummi-resina hammoniacum, opoponax, galbanum, deren Mutterpflanzen in Kleinasien wachsen und noch nicht genauer bekannt sind. Außerdem aber treten noch eigenthümliche narkotische Substanzen hinzu, welche die Kräfte dieser Pflanzen erhöhen, wie bei dem stinkenden Asant (Ferula asa foetida), welche aus dem mittleren Asien zu uns gebracht wird, und mehreren anderen. Die ätherischen Oele sind vorzugsweise in der



Fig. 587. Ein schildförmig gestieltes Blatt des gemeinen Wassernabelkrautes (Hydrocotyle vulgaris).

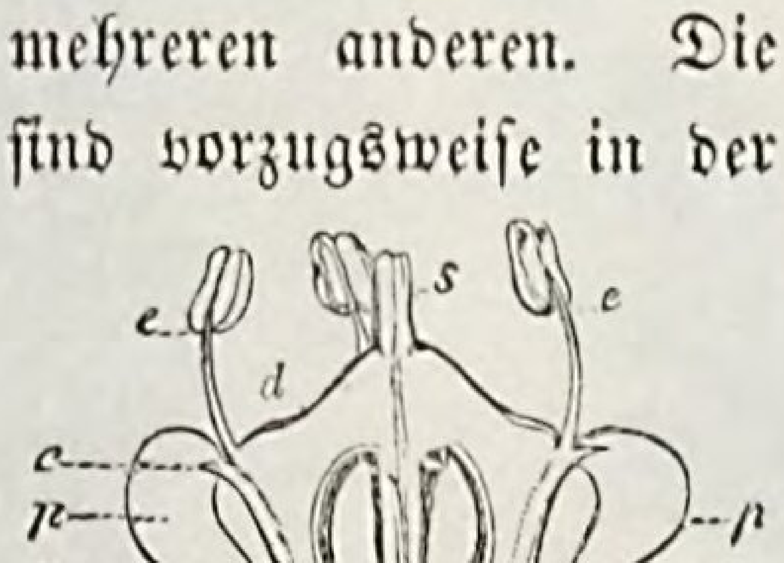


Fig. 588. Die Blüthe der dornigen Aralia (Aralia spinosa), senkrecht durchschnitten, vergrößert. *

* *o* Fruchtknoten, von den angewachsenen unteren Theilen der übrigen Blüthenorgane umgeben, in jedem seiner zwei Fächer ein hangendes Samenknöspchen; *c* Kelch; *p* Krone; *e* Staubfäden; *d* Diskus (epigynische Scheibe); *s* Griffel.



Fig. 589. Der Blüthenstand der ästigen Aralia (Aralia racemosa). *

* *a* Hauptaxe des Blüthenstandes; *a'* Axen der Dolden; *b* Deckblätter; *d* zwei doldentragende Axen, welche in der Achsel eines Deckblattes in Folge einer doppelten Knospenbildung hervorgetreten sind; *o* Dolden; *ii* Hüllen, aus Deckblättchen gebildet.

Fruchtdecke angehäuft in Kanälchen, welche man auf feinen Querschnitten mit bloßen Augen als transparente gelbe Pünktchen zu erkennen vermag. Auf diesen Oelen beruht die Anwendung der Früchte des Kümmels, des Fenchels (Fœniculum officinale), des Dill (Anethum graveolens), des Anis (Pimpinella anisum) u. s. w., sowie der Blätter der Petersilie (Apium petroselinum), des Sellerie und anderer Gattungen zur Würzung der Speisen. Die narkotischen Substanzen treten in vielen Pflanzen dieser Familie, z. B. dem gefleckten und dem Wasserschierling, der Hundspetersilie (Aethusa cynapium), dem Roßfenchel (Oenanthe phellandrium), dem Taumelkerbel (Chærophyllum temulum) als sehr heftige Gifte auf, und man kennt in manchen derselben eigenthümliche Alkaloide als die Ursachen dieser Eigenschaft; so bei dem gefleckten Schierling das Coniin ($C^{12} H^{28} ON^2$). Vorzugsweise haben die Giftsäfte in der Rinde ihren Sitz und gehören somit wohl den Milchsaftgefäßen an; bei der Crokusrebendolde (Oenanthe crocata), welche im südwestlichen Europa als eine der gefährlichsten Giftpflanzen gefürchtet ist, verräth sich der giftige Milchsaft durch eine gelbröthliche Farbe. In nördlichen Klimaten bilden sich die Gifte verhältnißmäßig weniger aus; der gefleckte Schierling, bei uns ein furchtbares Gift, soll im nördlichen Rußland ohne Nachtheil genossen werden.

Die Familie der Araliaceen (Araliaceæ) enthält Gewächse von einer gänzlich von derjenigen der Umbelliferen abweichenden Tracht, übrigens aber von sehr ähnlicher Blüthenbildung. Die eigentlichen Aralien oder Bergangeliken (Fig. 588 und 589) stehen jenen besonders nahe, unterscheiden sich hauptsächlich durch die Vereinigung der Griffel zu einem einzigen, und tragen sehr ausgezeichnete einfache Dolden. Die Ginsengpflanze (Panax schin-seng), die berühmte, übrigens nicht eben wirksame, Arzneipflanze China's, hat eine ganz möhrenartige unterirdische Axe. Die Hartriegel (Cornus) oder Kornelkirschpflanzen sind Bäumchen oder Sträucher, welche den Aralien sehr nahe verwandt sind, bei welchen jedoch anstatt der epigynischen Scheibe ein drüsiger Ringwulst, welcher sich am Grunde des freien Theiles der Kronenblätter befindet, den freien Theil der Staubfäden trägt. Die Frucht dieser Pflanzen ist eine Beere mit zwei Kernen, indem die Karpelle steinig hart werden, während die aus den umgebenden und angewachsenen Blüthenorganen gebildete Fruchtdecke eine fleischige Beschaffenheit erlangt (Fig. 590). Mit den Hartriegeln ist äußerst nahe verwandt der allgemein bekannte Epheu (Hedera helix), ein kletternder Strauch, welcher sich im nördlichen Europa nur nahe am Boden hält, in Süddeutschland dagegen eine ungeheure Höhe, ja baumartige Tracht erreicht. Er blüht erst in sehr hohem Alter. Seine lederartigen, firnißglänzenden, immergrünen Blätter sind ihrer schönen Form wegen allgemein beliebt und in der Kunst vielfach nachgeahmt. Diejenigen Zweige, welche Blüthen bringen, sind schon zuvor an der ganz abweichenden, nämlich herz- oder eiförmigen Gestalt der Blätter zu erkennen. Der Epheu ist, wie schon seine grüne Farbe zeigt, kein Schmarotzer; er sucht sich nur eine Stütze an Bäumen oder Felsen und schmiegt sich ohne Win-

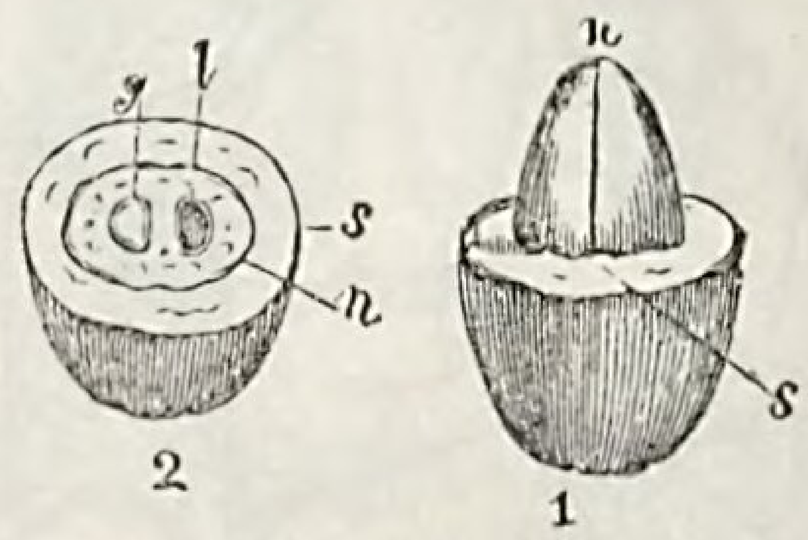


Fig. 590. Die „Kornelkirsche" oder Dürlitze, die Steinbeerenfrucht des gelbbluhenden Hartriegels (Cornus mascula). *

* 1 Die Frucht mit horizontal durchschnittenem und in der oberen Hälfte abgelösten Fruchtfleische s, worin die zwei Fruchtkerne n sichtbar sind. — 2 Die nämliche Frucht gänzlich durchschnitten; s Fruchtfleisch; n steinige Fruchtschale, aus den Karpellen gebildet; g der Same in einer der Früchte; l leere Fruchthöhle, aus welcher der Same herausgenommen ist.

dungen an dieselben, wobei er aus seiner Rinde zahlreiche fadenförmig verlängerte Warzen — die sogenannten Haftwurzeln — erzeugt, mit deren Hülfe er sich fest anklammert. Sein Blüthenstand, welcher im Spätherbste erscheint, ist eine Dolde, die im Frühling reifende Frucht eine schwarze Beere, in welcher sich nicht bloß zwei, sondern in voller Zahl fünf — ja oft, wie auch die Staubfäden, zehn — Fruchtfächer befinden, deren jedes einen Samen enthält. Im südlichen Europa schwitzt der Epheu ein balsamisches Harz aus.

Die Familie der Reben (Ampelideæ), dem Epheu nahe verwandt, enthält die ausgezeichnetsten Lianen. Am bekanntesten ist die Weinrebe. Der sich vielfach verzweigende Stamm dieser Pflanze hat mit der Pfefferrebe (Seite 904) die Abgliederung des Stengels gemein, indem auch hier stets die Axe oberhalb jedes Blattes durch eine achselständige Zweigaxe so zur Seite gedrängt wird, daß man dieselbe für einen, dem Blatte gegenüberstehenden Zweig, die Zweigaxe aber für die unmittelbare Fortsetzung der Hauptaxe halten möchte (Fig. 591). Die Zweigaxe ist über ihrem Ursprunge etwas angeschwollen und von der Hauptaxe leicht, besonders in jüngerem Zustande, abzubrechen. Die Hauptaxe selbst ist über dem Knotenpunkte fadenförmig, dünn und rollt sich unregelmäßig spiralig; man nennt sie in diesem Zustande eine Ranke. Dieselbe trägt in der Regel keine weiteren Blätter, ist dagegen sehr häufig noch verzweigt, und man bemerkt dann nicht selten bei dem Entstehen eines jeden seitenständigen Fadens ein kleines verkümmertes Blatt, in dessen Achsel also die Zweigranke steht. Mit Hülfe der Ranken klammert die Pflanze sich an andere Bäume, an ihre eigenen Zweige und an die Spaliere, welche man ihr zur Stütze gibt. Im angeschwollenen Grunde des Blattstieles, wo dieser an der Axe befestigt ist, findet sich oft eine Spur von seitlichen Nebenknospen, welche jedoch stets unentwickelt bleiben. — Die Blätter sind handförmig lappig und dabei grob ungleich gezähnt, im Umfange — ohne Rücksicht auf die Ausschnitte — rundlich herzförmig. — Wo die Zweige der Weinrebe den Boden berühren, da

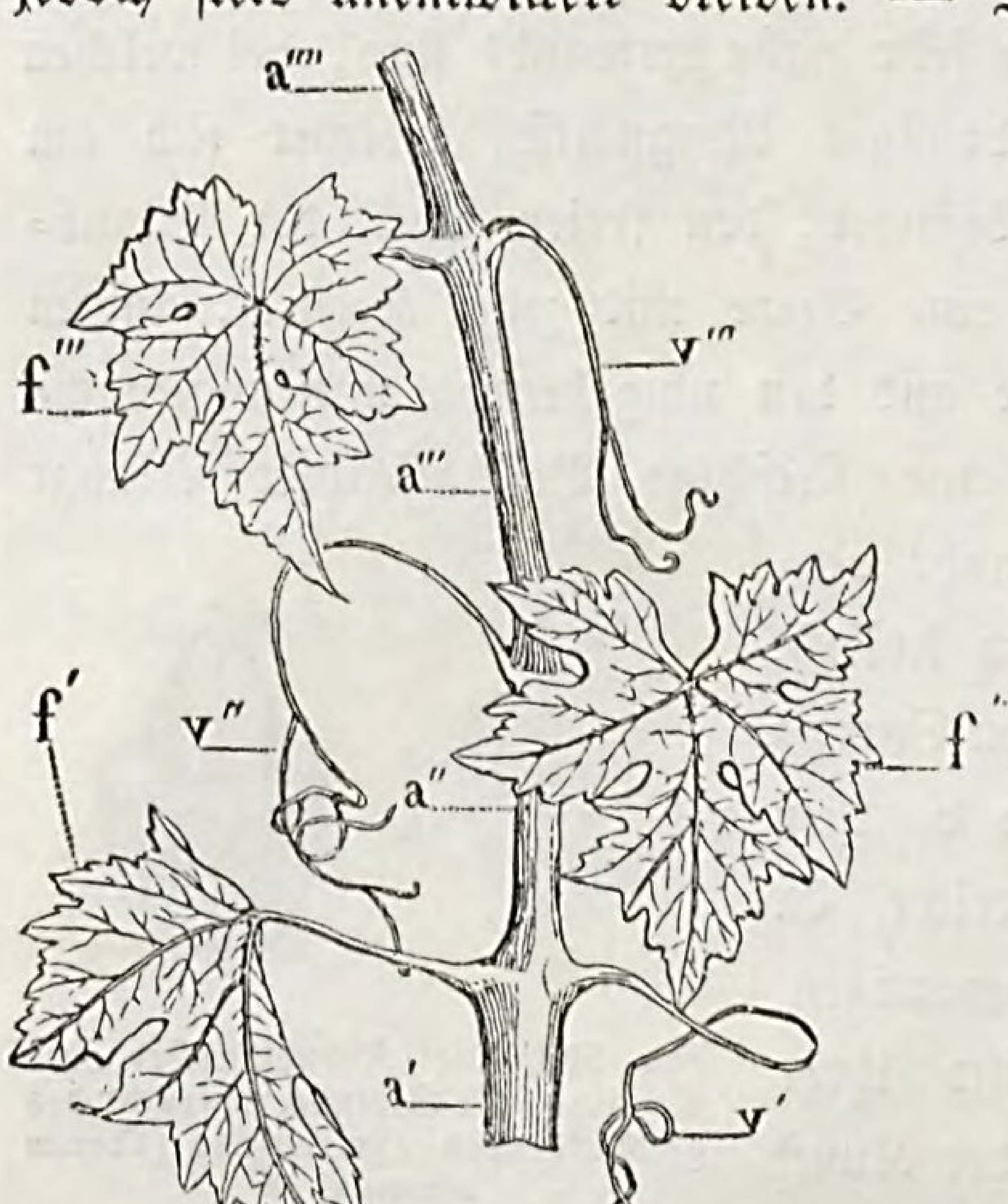


Fig. 591. Ein Abschnitt einer Weinrebe (Vitis vinifera). *

* a' Hauptaxe; f' Blatt, welches an derselben entspringt; v' die rankenförmige Endigung der Hauptaxe a'; a'' Zweigaxe, welche in der Achsel des Blattes f' entspringt und die Fortsetzung der Hauptaxe übernimmt; f'' Blatt, welches an der Zweigaxe entspringt; v'' rankenförmige Endigung der Zweigaxe a''; a''' sekundäre Zweigaxe, welche in der Achsel des Blattes f'' entspringt u. s. w.

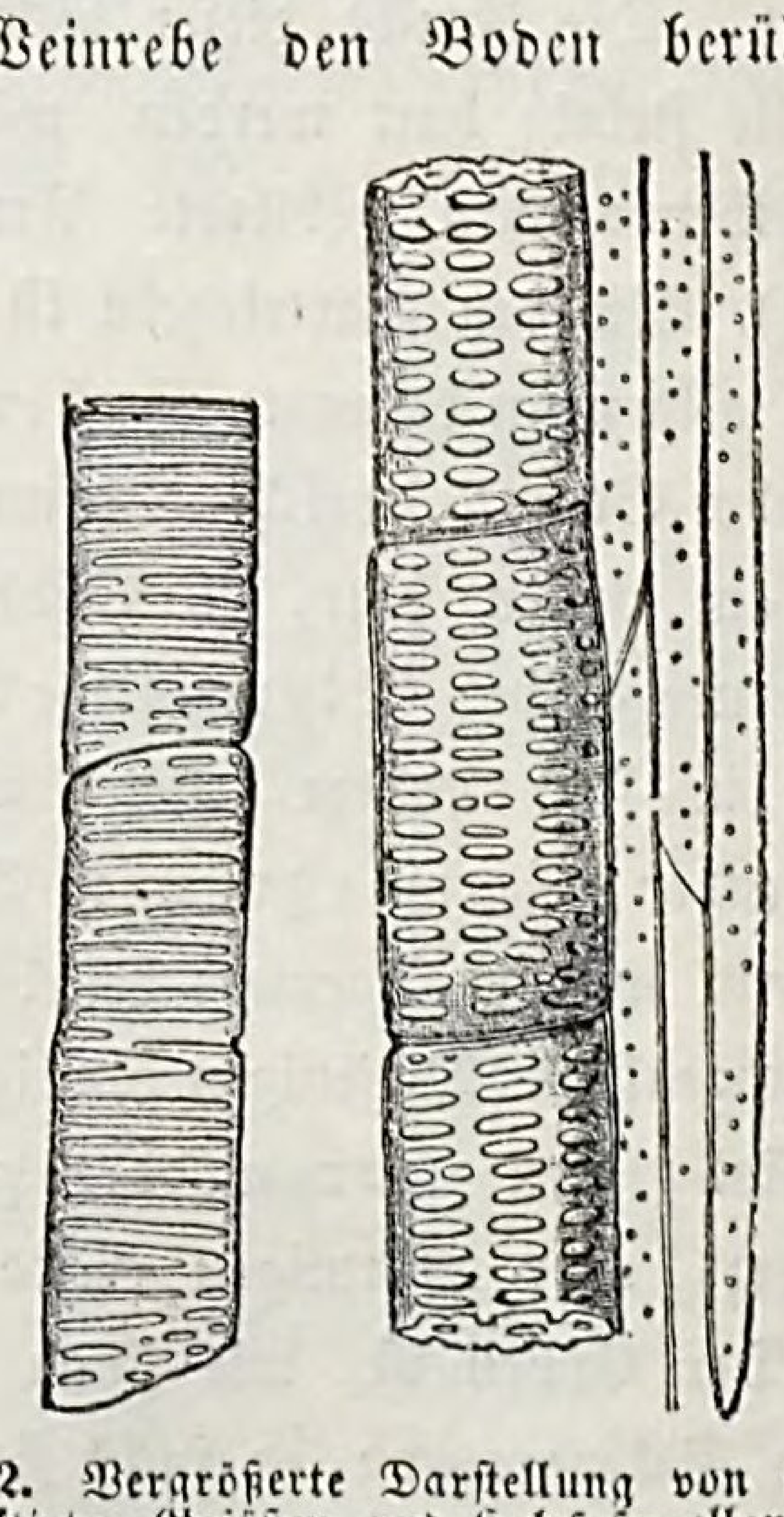


Fig. 592. Vergrößerte Darstellung von netzförmigen und punktirten Gefäßen und Holzfaserzellen der Weinrebe (Vitis vinifera).

bilden sich ziemlich leicht Adventivwurzeln an denselben; man benutzt diese natürliche Anlage bei diesen und vielen anderen, selbst baumartigen Dicotyledoneen, um die Pflanze zu vervielfältigen, indem man künstlich zu Hülfe kommt und einen Zweig zum Boden niederbeugt und einen Theil desselben mit Erde bedeckt. Ein solcher „Absenker" oder „Ableger" erzeugt um so leichter eigene Wurzeln, wenn man denselben etwa bis zur Mitte einschneidet und selbst ein wenig der Länge nach spaltet, indem auf diese Weise die vermehrungsfähigen Zellen der Bildungsschicht und der Rinde bloß gelegt werden.

Man hat an der Weinrebe eine treffliche Gelegenheit, den Verlauf der luftführenden Gefäße, welche theils spiralförmige, theils netzförmige, theils punktirte Verdickungsschichten der Zellenmembranen besitzen (Fig. 592), zu untersuchen, indem dieselben hier eine solche Weite haben, daß es nicht selten gelingt, an einem abgeschnittenen Stücke in großer Länge durch dieselben hindurch zu sehen, wenigstens den Lichtschimmer an dem, dem Auge entgegengesetzten Ende zu bemerken. Die parenchymatische Rinde, nebst der Epidermis, geht bei diesem Gewächse sehr frühzeitig verloren, so daß die sehr stark entwickelten Bastfasern die äußere Bekleidung der älteren Theile bilden. Der Verlauf der Bastfasern ist hier, wie dieses auch bei dem Roßkastanienbaume und noch manchen andern Pflanzen der Fall ist, ausgezeichnet geradlinig, so daß dieselben sich nirgends abwechselnd vereinigen und wieder trennen, sondern ihrer ganzen Länge nach vielmehr höchst gleichmäßig von einem zarten Parenchymstreifen (Markstrahle) getrennt sind.

Die Blüthenstände der Weinrebe sind vielfach verästelte Trauben, in der Anordnung der Zweige der verschiedenen Grade, welche als unmittelbare Blüthenstielchen auftreten, ganz mit der Rispe des spanischen Flieders (Seite 948) übereinstimmend. Sie haben die nämliche, den Blättern gegenständige Stellung, wie die Ranken, und sind in der That, ganz wie diese, zur Seite gedrängte Endigungen der Axen, welche den je unter dem Knoten, an welchem die Traube steht, befindlichen Abschnitt der Rebe bilden. Sehr häufig findet man eine Traube, deren Aeste theilweise als Rankenäste erscheinen und eine Ranke, deren Aeste theilweise Blüthen und Früchte tragen. — Die Blüthe (Fig. 593) zeichnet sich vor den Blüthen der Araliaceen und Umbelliferen hauptsächlich dadurch aus, daß hier der Fruchtknoten aus der Umgebung von Nektarien hervorragt, so daß diese nur den unteren Theil desselben als eine fast hypogynische Scheibe oder eigentlich als ein ringförmiger Wulst umgeben. Die Kelchblätter sind sehr gering, gänzlich vereinigt und geben ihre Fünfzahl kaum durch schwache Ausbuchtungen des Kelchsaumes zu erkennen.

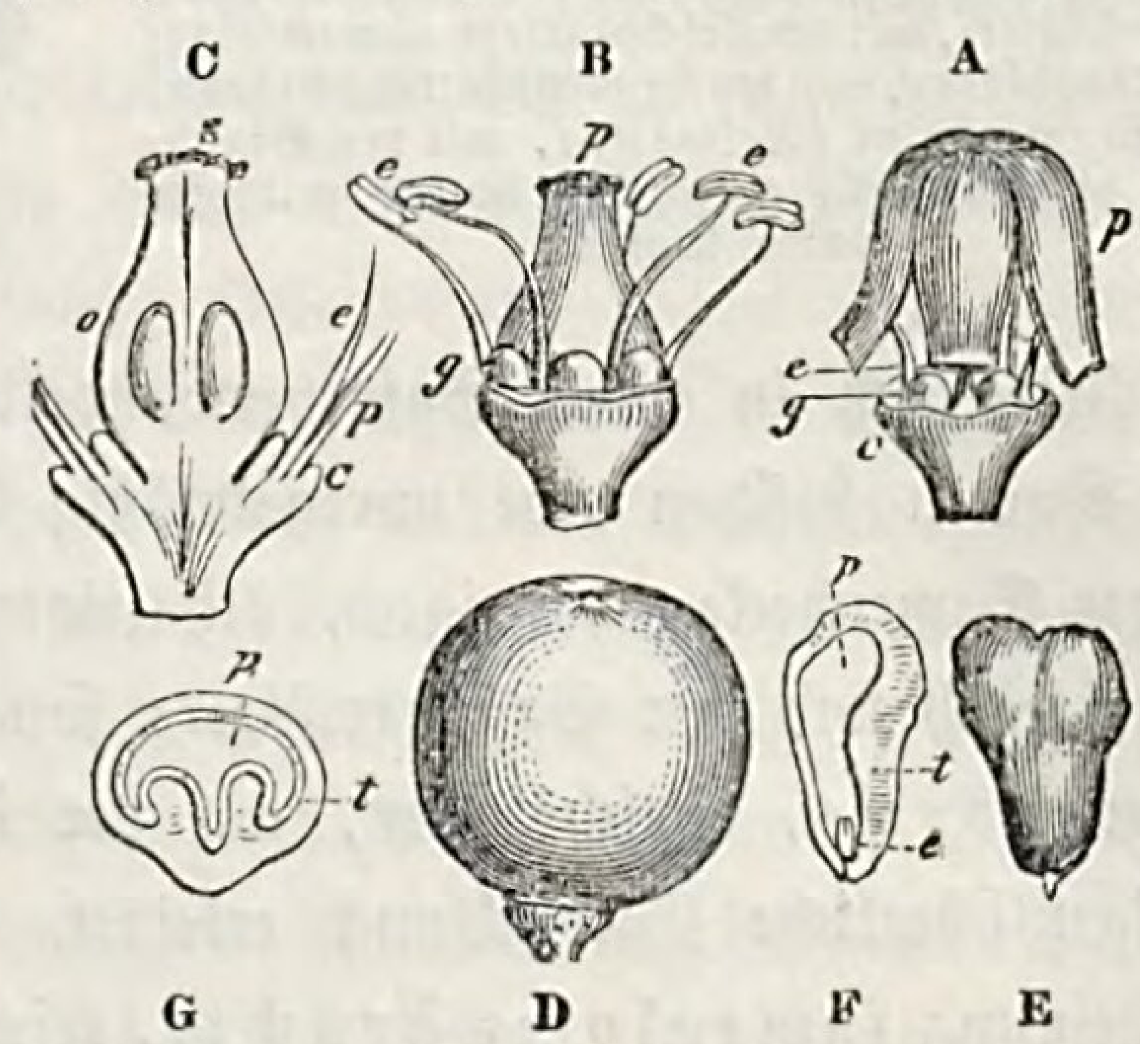


Fig. 593. Blüthe und Fruchtbildung der gemeinen Weinrebe (*Vitis vinifera*). *

* **A** Eine Blüthe, im Begriffe sich zu öffnen, vergrößert; *c* Kelch; *e* Staubfäden; *g* Staminodien; *p* Kronenblätter. — **B** Dieselbe Blüthe nach Abwerfung der Krone; *g* Staminodien; *e* Staubfäden; *p* Narbe. — **C** Dieselbe Blüthe senkrecht durchschnitten; *c* Kelch; *p* Kronenblätter; *e* Antheren; zwischen diesen und dem Fruchtknoten *o* die Staminodien; *s* die Narbe. — **D** Eine reife Weinbeere in natürlicher Größe, auf dem Kelche befestigt und auf dem Gipfel noch die Spur der Narbe tragend. — **E** Ein Samenkorn, doppelte Größe. — **F** Dasselbe Samenkorn senkrecht durchschnitten, um die innere Samendecke *t*, das Endosperm *p*, und den Embryo *e* zu zeigen. — **G** Dasselbe Samenkorn, stärker vergrößert; horizontal durchschnitten, um die eigenthümliche Form des Endosperms *p* zu zeigen.

Die fünf Kronenblätter sind in der Knospenlage einfach klappig zusammengelegt und an ihren Spitzen mit den Rändern so innig verwachsen, daß sie sich hier nicht zu trennen vermögen. Der sich entwickelnde Fruchtknoten drängt dieselben (wie die Moosbüchse ihre Haube) empor und veranlaßt dadurch, daß die Blättchen sich unten trennen und von ihrem Befestigungspunkte losreißen — eine Oeffnungsweise der Blüthen, welche sich bei keiner andern Pflanzenfamilie wieder findet. Die fünf Staubfäden stehen (Fig. 594), wie bei den Primelblüthlern, gerade vor den Kronenblättern, und auch in diesem Falle bleibt kein Zweifel, daß diese überraschende Eigenthümlichkeit von dem Fehlschlagen eines niederen Kreises von Staubfäden herrührt, welche mit jenen Blättern abwechselnd stehen würden; denn bei der nahe verwandten Gattung der Wasserrebe (Leea), welche auf den Molukkischen Inseln wächst, stehen an diesen Punkten fünf läppchenförmige Staminodien. Bei unserer Weinrebe zeigt sich ein Kreis ähnlicher Staminodien in Form kurzer Schuppen als ein innerer, mit den Staubfäden abwechselnder Kreis unmittelbar am Grunde des Fruchtknotens. Letzterer ist einfächerig, von vier Karpellen gebildet, mit einer stumpfen Narbenfläche geendigt, ohne deutlichen Griffeltheil. In den Achseln der Karpelle stehen zwei bis vier Samenknospen. Nach der Befruchtung wird der Fruchtknoten zu einer fleischigen Beere (Fig. 594, a), deren Fleisch durch theilweise Auflösung der Zellen gegen die Zeit

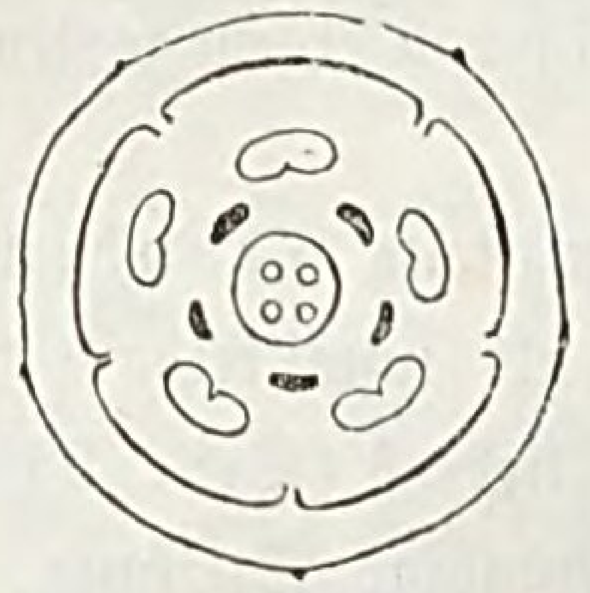


Fig. 594. Diagramm der Blüthe der Weinrebe. Fünf Kelchblätter, untereinander vereinigt; fünf Kronenblätter, mit den Kelchblättern abwechselnd; fünf Staubfäden, vor den Kronenblättern stehend; fünf Staminodien (Nektarien), mit den Staubfäden abwechselnd; ein Fruchtknoten mit vier Samenknospen.



Fig. 594, *a*. Die Früchte des Rebstockes: „Weintrauben.“

der Reife sich in einen Saft verwandelt, um welchen nur die Epidermis fest bleibt. Die Samen besitzen eine unregelmäßig keulenförmige Gestalt, mit steinig verhärteter innerer Samendecke, hornigem, ölhaltigem Endosperm und einem sehr kleinen Embryo. Das Fleisch und der Saft der Beere sind großentheils ein Erzeugniß der äußeren Samendecke, welche hier, mit der inneren Schicht der Karpelle vereinigt, eine so eigenthümliche Entwicklung erleidet. — Auch bei den Weinreben findet sich die Erscheinung samenloser Früchte, wie wir dieselbe bei den Brodbäumen (Seite 901) und den Pisangen (Seite 862) kennen lernten. Eine regelmäßig samenlose Abart derselben scheint bei Korinth zuerst entstanden zu sein, ist sodann auf alle griechischen Inseln und auch nach dem südlichen Frankreich verpflanzt. Ihre Beeren kommen getrocknet als „Korinthen“ zu uns. Der Saft der Weinbeeren enthält eine reichliche Menge von einer eigenthümlichen Säure, der Weinsäure oder Weinsteinsäure ($C^4 H^2 O^5 + HO$), welche an Kali gebunden ist (saures weinsaures Kali) und neben welcher in manchen Trauben noch eine zweite, nur durch größeren Wassergehalt verschiedene Säure, die Traubensäure ($C^4 H^2 O^5 + 2 HO$), vorkommt. Außerdem enthalten die Weinbeeren eine beträchtliche Menge von Traubenzucker. Vor der Reife waltet

die Säure vor, nach der Reife der Zucker. Letzterer ist die Bedingung der weinigen oder geistigen Gährung im Traubensafte, durch welche Kohlensäure und Alkohol gebildet werden, von denen die letztere die Flüssigkeit zu Wein macht. Das Verhältniß der Säure zum Zucker wechselt sehr; in minder warmen Gegenden wird letzterer so wenig entwickelt, daß kein trinkbarer Wein aus den Trauben gewonnen werden kann; die wärmeren Länder der gemäßigten Zone liefern die besten Getränke, die mehr nördlichen säuerliche Sorten, wie die Rheinweine, die mehr südlichen süße Sorten, wie die griechischen Weine. In der heißen Zone gedeihen die Reben dagegen keineswegs. — Aeußerlich sind die Weinbeeren immer mit einer zarten Wachsschicht, dem sogenannten Reife, bedeckt.

Da die Reben eine große Menge beträchtlich großer Blätter an ihren zahlreichen Verzweigungen tragen, und da somit die Quantität von Wasser, welche dieselben ausdunsten, sehr groß ist, so eignen diese Gewächse sich besonders gut, um einige lehrreiche Versuche an denselben vorzunehmen. Im Frühling dringt eine außerordentlich große Menge von Saft in dem Stamme eines Weinstockes aufwärts, so daß solcher aus jeder Wunde heftig ausfließt. Die „Thränen" dieser Pflanze, welche nach der Beschneidung im Frühling aus allen Schnitten träufeln, sind eben dieser Frühlingssaft. In demselben findet man, wenn man ihn nahe über dem Boden aus dem Stamme zieht, noch die unveränderte „Pflanzennahrung", Kohlensäure und Ammoniak; in höheren Theilen des Stammes sind diese Stoffe durch die Assimilation bereits verschwunden. Woher rührt das Aufsteigen des Saftes, welches nach der Winterruhe so plötzlich erfolgt, und in Folge dessen alsbald die Winterknospen sich öffnen und die Blätter hervortreten? — So viel man bis jetzt weiß, scheint es, daß von den Knospen selbst der Antrieb ausgeht, und die Wärme der Frühlingstage scheint allein denselben hervorzurufen. Wenn man nämlich einen Zweig eines außen am Hause wachsenden Rebstockes durch eine Oeffnung in ein erwärmtes Zimmer leitet, so beginnen die Knospen dieses Zweiges weit früher, als diejenigen, welche draußen der Kälte ausgesetzt bleiben, anzuschwellen und sich zu entfalten, und es steigt der Saft aus dem Boden lebhaft in die Höhe. Jedoch gelingt dieses Experiment nicht im Herbste, auch nicht im tiefen Winter, sondern nur gegen den Frühling, und dieses beweist, daß noch in der Pflanze selbst Bedingungen für das Wiedererwachen des Wachsthumes und Safttriebes ruhen. Wenn nun das Steigen des Saftes einmal eingeleitet ist, so geht dasselbe im Stamme selbstständig fort; der Saft durchdringt alle Zellen und Gefäße, er erfüllt auch die weitesten der Tüpfel-, Netz- und Spiralgefäße, welche zuvor mit Luft gefüllt waren, und fließt, von unten stets nachdringend, am oberen Ende derselben aus, wenn der Stamm abgeschnitten worden ist. Es geht dieses Nachdringen des Saftes sogar mit einer nicht geringen Kraft vor sich — wenigstens scheint dies bewiesen zu werden durch einen Versuch, welchen seit 120 Jahren alle botanischen Schriftsteller einander nachschreiben und welchen im Jahre 1727 ein englischer Landgeistlicher, Stephan Hales, anstellte und in seinem Werke „Vegetable statics" mittheilte. Von diesem Versuche gibt Fig. 595 eine Vorstellung. Weder die sogenannte Capillarität oder Haarröhrchenkraft kann diese Erscheinungen, deren Bestätigung durch neue Versuche noch sehr wünschenswerth wäre, genügend erklären, da die Gefäße größtentheils keineswegs eng genug sind, um eine solche Kraft zu äußern, noch genügt die Endosmose zur Erklärung, da nothwendig in Kurzem die Säfte der Zellen in dem stehengebliebenen Stammstücke

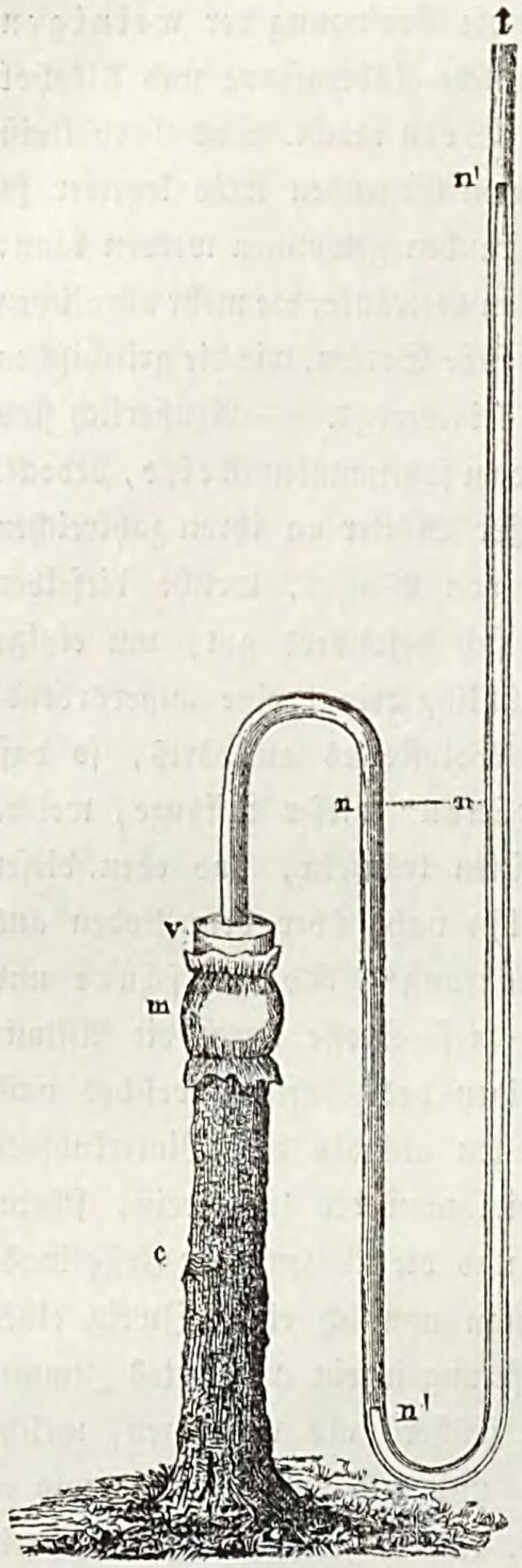


Fig. 595. Der Versuch über das Steigen des Frühlingssaftes von Stephan Hales. *

* *c* Ein Rebstock, anderthalb Fuß über dem Boden abgeschnitten; auf den Schnitt ist die gebogene offene Glasröhre *t* mit Hülfe eines Kapselringes *v* und einer Verkittung und Blasenhaut *m* luftdicht aufgesetzt. Die Röhre war beim Beginne von *n* bis *n* mit Quecksilber gefüllt, welches somit in beiden Armen der Röhre die nämliche Höhe hatte. Der aus dem Schnitte des Rebstockes aufsteigende Saft drängte, in die Röhre eindringend, das Quecksilber in dem einen Arme bis *n'* abwärts, so daß dasselbe in den anderen Armen bis *n'* steigen mußte. Die Höhe von *n'* bis *n'* betrug drei Fuß, eine Höhe, deren Gewicht dem Gewichte von vierundvierzig Fuß Wassers entspricht.

sich ausgleichen müssen. Einen ähnlichen Versuch kann man machen, um die Kraft der Endosmose zu zeigen. Befestigt man nämlich an den untern Abschnitt eines mit Blättern versehenen Zweiges eine Röhre, welche mit Wasser gefüllt, am freien Ende aber in Quecksilber getaucht und dadurch vor dem Eindringen der Luft gesichert ist, so saugt der Zweig, in Folge der Verdunstung der Blätter und der dadurch bedingten Endosmose das Wasser mit solcher Kraft auf, daß das Quecksilber in die Röhre hineingesogen und im Laufe eines Tages schon bis zu einer merklichen Höhe gehoben wird. Natürlich nach der Größe des Zweiges, der Zahl seiner Blätter, der Temperatur der Luft und der Weite der Röhre muß das Ergebniß sehr verschieden ausfallen. — Unter den, unserem Rebstocke nahe verwandten Lianen Brasiliens sind die Wasserlianen (Cissus), welche auch wohl Jägerlianen genannt werden, so reich an einem angenehm schmeckenden, wässerigen Safte, daß dieselben oft von den Jägern, auf ihren Streifereien in den Waldungen, zur Stillung des Durstes benutzt werden. Wird eine solche Liane durchschnitten, so fließt aus dem unteren Ende der Saft langsam aus, im oberen Ende aber zieht derselbe sich rasch in die Höhe; wird dagegen ein Stück des Stammes durch zwei Schnitte an beiden Enden geöffnet, so fließt der Saft in reichlicher Menge und rasch aus demjenigen Ende hervor, welches am niedrigsten gehalten wird, woraus man sieht, daß nicht die Capillarität es war, welche ihn hielt.

Die Familie der Reben umfaßt dritthalbhundert Arten, von denen in Europa keine einzige ursprünglich einheimisch ist. Nordamerika dagegen ist reich an solchen, nicht nur finden sich daselbst mehrere Arten von Reben mit eßbaren Früchten, welche, wie unser Rebstock, zur Weinbereitung benutzt werden, sondern auch der bei uns jetzt häufig als Zierbekleidung von Schattenlauben und Mauern angepflanzte sogenannte „wilde Wein" oder die Jungfernrebe (Ampelopsis hederacea), ausgezeichnet durch die schöne blutrothe Herbstfärbung der Blätter, stammt dorther. Der europäische Rebstock ist im südwestlichen Asien ursprünglich einheimisch, früh in die Länder am Mittelmeere, aber erst im 281sten Jahre unserer Zeitrechnung durch den römischen Kaiser Probus in den Rheingau Deutschlands verpflanzt.

Die Familie der Loranthaceen (Loranthaceæ) enthält über 300 tropische Gewächse, von denen keines auf dem Erdboden wächst. Die Zweige anderer, meistens baumartiger Pflanzen dienen ihnen als Standort. Gleichwohl sind sie nicht eigentliche Schmarotzerpflanzen. Diese Familie, zu welcher im mittleren Europa nur die gemeine Mistel (Viscum album) gehört, weicht durch viele Eigenthümlichkeiten der Blüthen- und Fruchtbildung von allen bekannten Pflanzen ab. Hauptsächlich mögen nur einige derselben hier Erwähnung finden. Die Blüthen sind getrennten Geschlechtes. Bei den männlichen Blüthen bemerkt man nichts als vier antherentragende, sehr kleine Blattorgane an der Blüthenaxe. Die Antheren sind nicht bloß in zwei seitliche Fächer, sondern durch Ueberreste des ursprünglichen Zellgewebes, welche wagerechte Scheidewände bilden, in mehrere Fachwerke getheilt. Die weiblichen Blüthen bestehen aus einer Blüthenaxe, welche man als nackte Samenknospe betrachten und vollkommen mit derjenigen des Eibenbaumes (Seite 744) vergleichen kann. Doch stehen an dieser Axe, nahe um den Gipfel, vier sehr geringe Schüppchen, welche auch allenfalls als die Spitzen einer Blumenkrone angesehen werden können, sowie ein noch geringerer Ring, welcher etwa den Kelch andeuten möchte. Immerhin ist von Karpellen nichts wahrzunehmen, sondern zwischen den bezeichneten Organen ragt die Spitze der Axe als nackte Kernwarze hervor und stellt eine „sitzende Narbe" dar. Ja, bei einigen amerikanischen Riemenblumen (Loranthus) bildet der lang vorragende Gipfel der Kernwarze einen Griffel, welcher in der Form dem ächten aus Karpellen gebildeten Griffel anderer Samenpflanzen ganz ähnlich ist. Auf dem senkrechten Durchschnitte einer solchen Blüthe bemerkt man eine mittlere Partie des Zellgewebes, welche sich von der umgebenden unterscheidet. Letztere könnte als eine aus den verwachsenen Kelch- und Kronenblättern gebildete Hülle betrachtet werden, erstere dagegen als eigentliche Blüthenaxe; andererseits könnte man letztere Partie auch als das Mark der Axe und das übrige, Gefäße enthaltende, Gewebe als ebenfalls zu derselben gehörig, die „Kelch- und Kronenblätter" dagegen als unentwickelte Samenknospendecken ansehen. Wie dem auch sei, immer verdienen die Loranthaceen in gewissem Sinne den Namen von nacktsamigen Pflanzen (Seite 751). Die Pollenzellen gelangen unmittelbar auf die Kernwarze der Samenknospe; in einem Keimsäckchen entwickeln sich häufig zwei Embryonen. Die umgebende Masse der Frucht — oder, wenn man will, des Samens — verwandelt sich in eine weiße Beere, auf deren Gipfel noch die „Blume" und der „Griffel" sichtbar bleiben, und deren inneres Gewebe sich zu einer zähklebrigen Schleimmasse auflöst. Der große Embryo ist merkwürdiger Weise stark grün gefärbt. — Die Rinde der Mistel, welche sehr lebhaft grün ist, enthält gleichfalls klebrigen zähen Schleim, wie die „Beeren." Es besteht dieser, mitunter als Vogelleim benutzte, Schleim aus einer eigenthümlichen, den Harzen verwandten Substanz, welche Viscin genannt wird, und welche sich auch in der inneren Rindenschicht des immergrünen Hülsedorns (Ilex aquifolium) vorfindet. In dem Schleime der Beeren beobachtet man vortrefflich die Beschaffenheit der durch die theilweise Auflösung isolirten Zellen; man findet solche mit spiraliger Verdickungslinie, mit getrennten, vollkommen ringförmigen Bändern, mit Netzen und Tüpfeln (Fig. 596). Auch die Gefäße zeigen diese Verdickungen der Zellenmembrane sehr ausgezeichnet, und oft bemerkt man solche, bei welchen die Zellen, welche mit einander in Verbindung getreten sind, nicht langestreckt, faserartig,



Fig. 596. Zellen aus der gemeinen Mistel (Viscum album), 300fach vergrößert.



Fig. 597. Ein rosenkranzförmiges, aus Netz- und Tüpfelzellen entstandenes Gefäß aus der gemeinen Mistelpflanze.

sondern kugelig oder eiförmig erscheinen (Fig. 597). Solche Gefäße nennt man rosenkranzförmige, weil sie einer Perlschnur oder einem „Rosenkranze" einigermaßen ähnlich sind. Die Blätter der Mistel sind lederig, ganz aus stark verdickten Zellen gebildet, wie die Rinde; sie besitzen sehr wenige Spaltöffnungen, etwa 100 auf jeder Fläche. Die untere und obere Blattfläche unterscheidet sich weder in dieser, noch in einer andern Beziehung, auch ist der Pflanze die Richtung derselben ganz gleichgültig, sowie sie selber bald aufrecht, bald niederhangend wächst. Der keimende Embryo richtet sein Würzelchen immer gegen die Mitte des Zweiges, auf welchem der Same keimt, was bald auf der Oberseite, bald auf der Unterseite des Zweiges geschieht. In vielen Gegenden Deutschlands zeigt sich die Mistel auf allen Obstbäumen, auch auf Eichen und andern Laubbäumen und selbst auf Nadelhölzern. Dieselbe treibt ihre Wurzeln in die Rinde der Zweige und verwächst auf das Innigste mit denselben, doch schadet sie den Bäumen nicht, indem sie keine Säfte aus denselben aufnimmt. Die Verbreitung des Samens scheint große Schwierigkeiten zu haben, allein die Natur erleichtert solche durch ein sehr einfaches Mittel. Es werden nämlich die Beeren sehr allgemein von den Drosseln, besonders von der sogenannten Misteldrossel (Turdus viscivorus) gefressen und dabei theilweise unverdaut im Miste wieder ausgeworfen, wodurch sie leicht auf einen weit entfernten Baum gerathen.

Vierzehnte Ordnung.

Die Saftpflanzen. Succulentæ.

Die Ordnung der Saftpflanzen umfaßt die Familien der Dickblattgewächse, der Eiskräuter, der Steinbreche und der diesen zunächst sich anschließenden Cunoniaceen. Die meisten Pflanzen dieser Familien zeichnen sich durch ein sehr fleischiges, saftreiches Zellgewebe besonders ihrer Blattorgane aus und rechtfertigen daher den Namen der Ordnung.

Die Familie der Dickblattgewächse (Crassulaceæ) enthält die einheimischen Hauslaube (Sempervivum) und die Mauerpfeffer- oder Fettkrautarten (Sedum), sowie manche ausländische Zierpflanzen, welche sich sämmtlich durch dicke, oft walzenförmige oder dreikantige, fleischig saftige Blätter auszeichnen. Das Zellgewebe dieser Blätter ist größtentheils Merenchym (Seite 628), indem die Zellen so locker und durch so reichlichen Zwischenzellensaft getrennt neben einander liegen, daß dieselben fast gar nicht abgeplattet erscheinen (Fig. 598). In den Merenchymzellen beobachtet man oft eine unregelmäßige Rotation des Zellsaftes. Eine doppelte Lage von Epidermiszellen (Fig. 599) erschwert die Ausdünstung derselben und verhindert so das Welken der Blätter in solchem Grade, daß selbst krautartige abgeschnittene Zweige von Crassulaceen sich lange Zeit wohl erhalten und auf feuchten

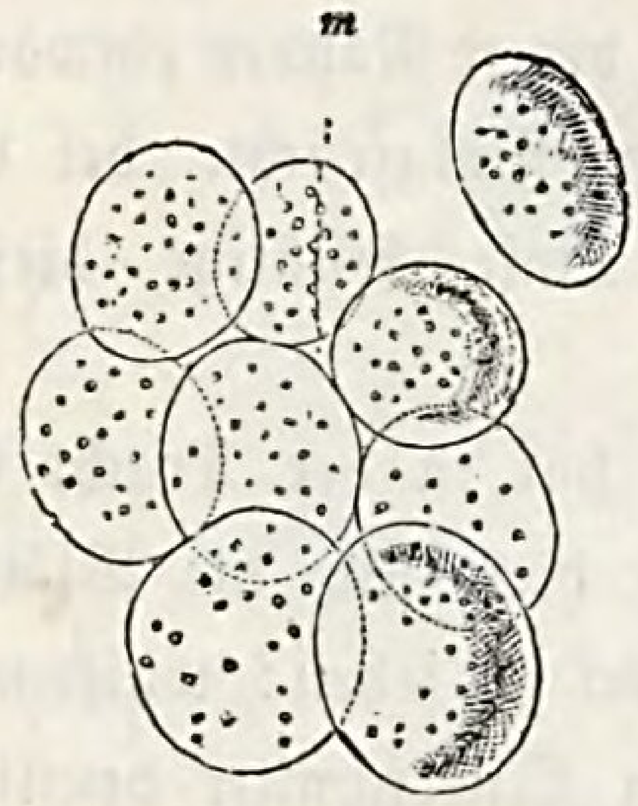


Fig. 598. Vergrößerte Darstellung eines Theiles des lockeren Zellgewebes oder Merenchyms aus einem Blatte der gemeinen Hauswurz (Sempervivum tectorum). *

* m Interzellularräume.

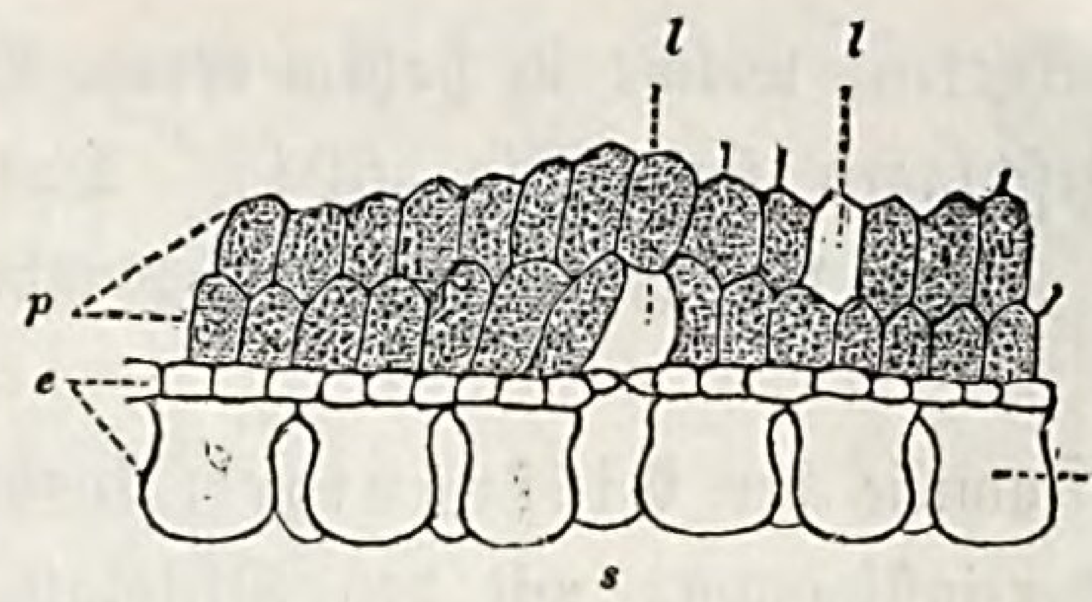


Fig. 599. Schnitt in horizontaler Richtung von dem sichelförmigen Dickblatte (Rochea falcata). *

* p Inneres grünes Parenchym, worin man die Lücken l bemerkt; e doppelte Oberhautzellenschicht; e' die äußere Schicht, deren große Zellen vereinzelt hervorragen und zwischen sich Lücken lassen; s Spaltöffnung, welche mit der einen Lücke in Verbindung steht.

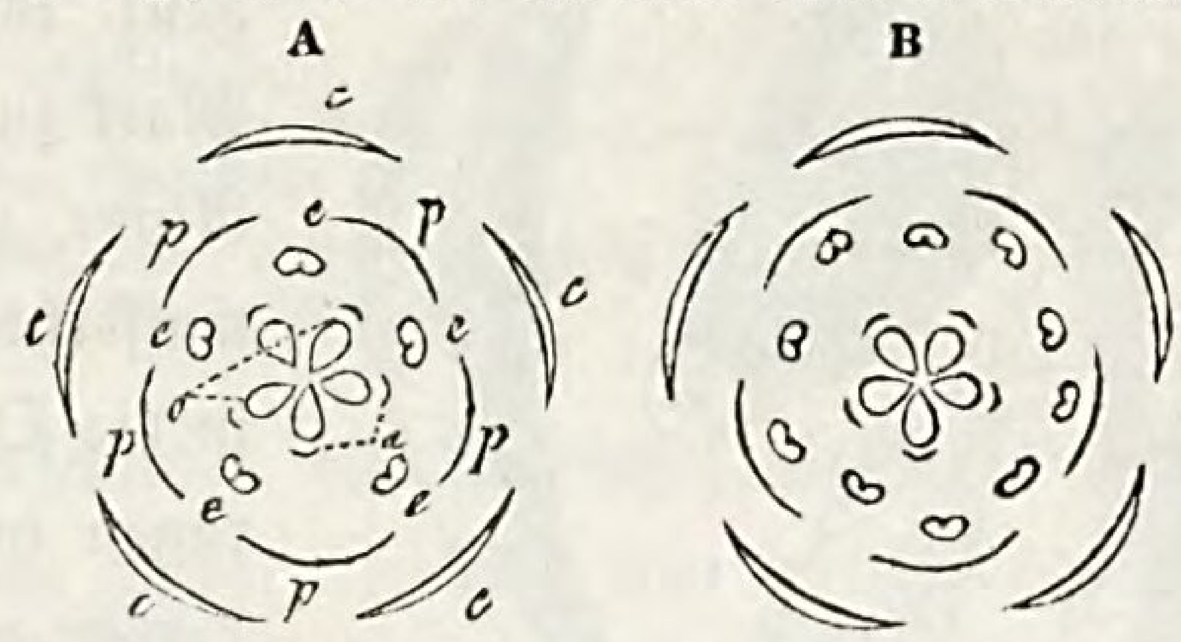


Fig. 600. Diagramme von Crassulaceenblüthen. *

* A Diagramm der Blüthe der rothen Dickblattpflanze (Crassula rubens); c fünf Kelchblätter; p fünf Kronenblätter; e fünf Staubfäden; a fünf Staminodien, in Form kleiner Blattschuppen; o fünf getrennte Karpelle, welche durch ihre Stellung vor den Staminodien beweisen, daß fünf andere wechselständige Organe zwischen a und o ganz unterdrückt sind.

B Diagramm der Blüthe des knolligen Dickblattes (Sedum telephium); fünf Kelchblätter; fünf Kronenblätter; zweimal fünf Staubfäden, von denen der äußere Kreis vor den Kronenblättern steht, ja sogar ein wenig mit diesen verwachsen ist — trotzdem beweist die Stellung hier eben so gut, wie bei den Primelblüthlern das Fehlen eines wechselständigen Quirles; ein vierter Quirl von Staubfäden erscheint in Form von Staminodien; ein fünfter Quirl ist wieder gänzlich unterdrückt, denn mit den Staminodien stimmen die fünf Karpelle wieder in der Stellung ganz überein.

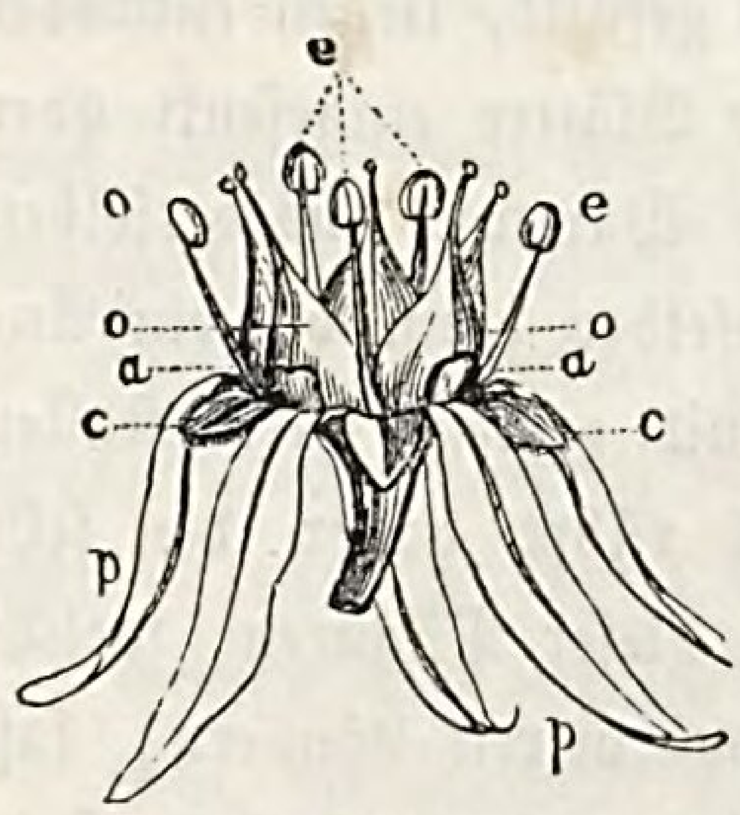


Fig. 601. Die Blüthe der rothen Dickblattpflanze (Crassula rubens).*

* c Kelchblätter; p Kronenblätter; e Staubfäden; a Staminodien; o Karpelle, jedes einen Fruchtknoten bildend.

Boden gelegt oder eingepflanzt genügende Zeit haben, Adventivwurzeln zu treiben, bevor sie absterben. Ja selbst im Herbarium sieht man solche Pflanzen nicht allein saftig bleiben, sondern sogar ihre Knospen entwickeln, wenn man sie nicht mit Hülfe eines heißen Glätteisens getödtet und ausgetrocknet hat. Das Zellgewebe ist in hohem Grade entwicklungsfähig, ja, unter günstigen Verhältnissen sieht man nicht selten eine Zelle, sei es eines Axenorganes oder selbst eines Blattorganes, ganz selbstständig die Vermehrung übernehmen und eine Knospe bilden. Das ausgezeichnetste Beispiel dieser Art liefert das Moosblatt (Bryophyllum calycinum), eine Pflanze, deren Blätter in jeder Einbuchtung ihres lappigen Blattrandes Knospen erzeugen, wenn sie auf feuchter Erde liegen, ja, deren Knospen sich dann selbstständig bewurzeln, so daß sie endlich ganz selbstständige Pflänzchen werden. Solche Erscheinungen sind im höchsten Grade lehrreich zur Erkenntniß der wahren Bedeutung der regelmäßigen Knospenbildung und der Samenerzeugung. Die Blüthen der Crassulaceen (Fig. 600) zeigen meistens in vollster Regelmäßigkeit die Fünfzähligkeit der Blüthenorgane. Die Staubfäden stehen entweder nur in einem Quirle oder in mehreren, und es finden sich hier wieder theils gänzlich unterdrückte Quirle, in Folge deren dann ein nächst folgender scheinbar unmittelbar vor den fünf Kronenblättern, oder ein nächst früherer unmittelbar hinter den fünf Karpellen steht, und dabei ist oft noch bald ein mehr äußerer, bald ein mehr innerer Quirl zu Staminodien oder Nektarien verkümmert. Die fünf Karpelle bilden fünf abgeson-

derte Fruchtknoten, welche in hohem Grade Blättern gleichen, deren Ränder einwärts zusammengeschlagen sind (Fig. 601). Das Aufspringen der Balgfrüchte bei der Reife mit einer der Zusammenfügungsnaht entsprechenden Linie bestätigt diesen Vergleich.

Die Familie der Eiskräuter (Mesembryanthemeæ) hat in der Tracht die größte Uebereinstimmung mit den Dickblattgewächsen. Auch hier sind die Blätter oft so geformt, wie man sonst gewohnt ist, Axenorgane geformt zu sehen: walzrund, dreikantig u. s. w. (Fig. 602). Dabei sieht man auf einem Querschnitte deutlich, daß im Inneren die Zellen des Chlorophylls ganz entbehren, so daß man ein farbloseres Mark zu sehen glaubt, welches von einer grünen Rinde umgeben sei. Große Drüsen, mit wasserheller Flüssigkeit gefüllt, liegen entweder in die Oberfläche dieser Blätter eingesenkt oder ragen in Form kleiner Wärzchen aus derselben hervor und geben denselben dann oft ein Ansehen, als ob sie mit zarten Eiskrystallen bewachsen wären; es rührt daher die sehr verbreitete Benennung dieser Pflanzen, welche übrigens keineswegs Freunde des Eises, sondern nur in wärmeren Ländern, fast alle im südlichen Afrika, einheimisch und bei uns als Zimmerzierde beliebt sind.

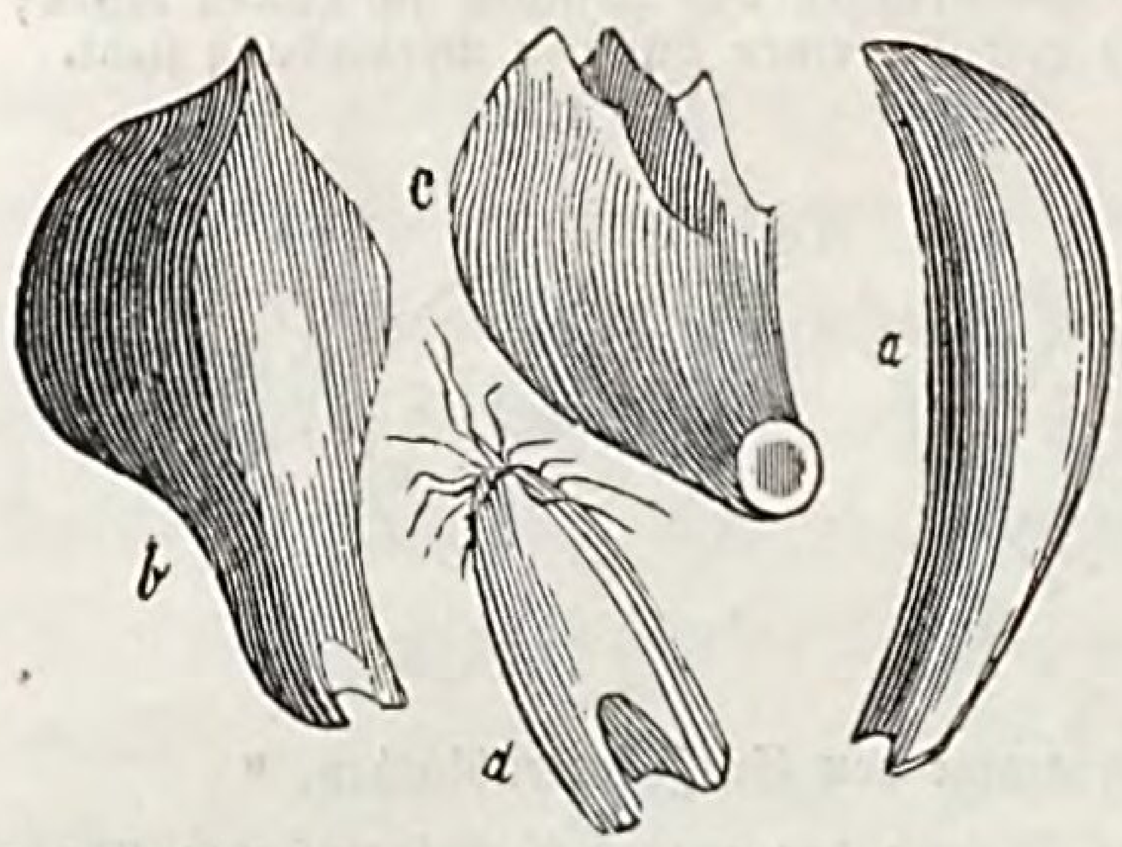


Fig. 602. Blätter von Eiskräutern (Mesembryanthemum).

Von den Crassulaceen unterscheiden sie sich durch die Verwachsung ihrer fünf Karpelle zu einem fleischigen Fruchtknoten, welcher fünf Griffel trägt, oder aber auf seiner breiten oberen Fläche fünf strahlenförmige Stege zeigt. Diese Stege entsprechen jeder den Zusammenfügungsnähten der Blattsäume je eines Karpelles; sie sind drüsig und stellen selbst unmittelbar die Narben dar. Viele Mesembryanthemen besitzen sehr zahlreiche Quirle von Kronenblättern und haben somit „gefüllte" Blüthen. Die Staubfäden finden sich bei fast allen ebenfalls in sehr zahlreichen Quirlen. Die Blumen dieser Familie öffnen sich nur im Sonnenscheine, meistens nur des Mittags, doch in der trockenen Luft geheizter Zimmer auch zu anderer Zeit. Ihre Fruchtkapseln öffnen sich dagegen nur bei feuchter Witterung, wodurch in den während der einen Hälfte des Jahres völlig dürren und daher zum Keimen des Samens nicht geeigneten Sandstein- und Sandgegenden Afrika's die Fortpflanzung gesichert wird.

Die Säfte der Crassulaceen sowohl, als der Mesembryanthemeen haben laugenhaften Geschmack und verdanken diesen einem reichlichen Gehalte an Alkalien, welcher einige derselben in hohem Grade zur Sodagewinnung tauglich macht.

Die Familie der Steinbreche (Saxifrageæ) enthält Pflanzen, welche mit den Crassulaceen und Mesembryanthemeen die allgemeineren Verhältnisse der Blüthen- und Fruchtbildung theilen, jedoch nicht so fleischige und oft ganz gewöhnliche Blätter tragen. Diese Blätter zeigen eine höchst eigenthümliche und nur bei einigen Proteaceen und Begoniaceen ebenfalls vorkommende Vertheilung der Stomate der Epidermis. Es finden sich solche nämlich nur innerhalb gewisser Bezirke, wo die Epidermis sehr kleinzellig ist, gruppenweise beisammen, während die übrige großzelligere Oberfläche keine Spaltöffnungen besitzt (Fig. 603). Während bei den Crassulaceen die Quirle der Blüthenorgane sämmtlich fast ganz unverwachsen und

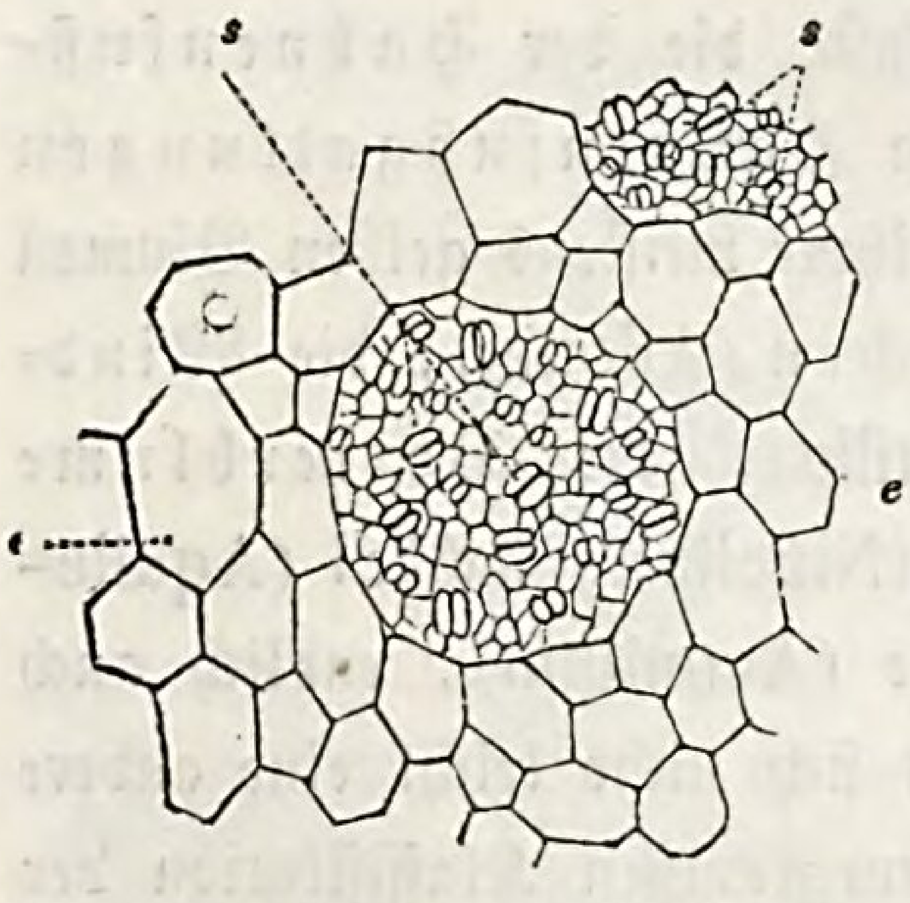


Fig. 603. Vergrößerte Darstellung eines Läppchens von Epidermis der Rankensteinbrech-Pflanze (Saxifraga sarmentosa). *

* e Große Epidermiszellen; s Gruppen von Stomaten in kleinzelligen Theilen der Epidermis.

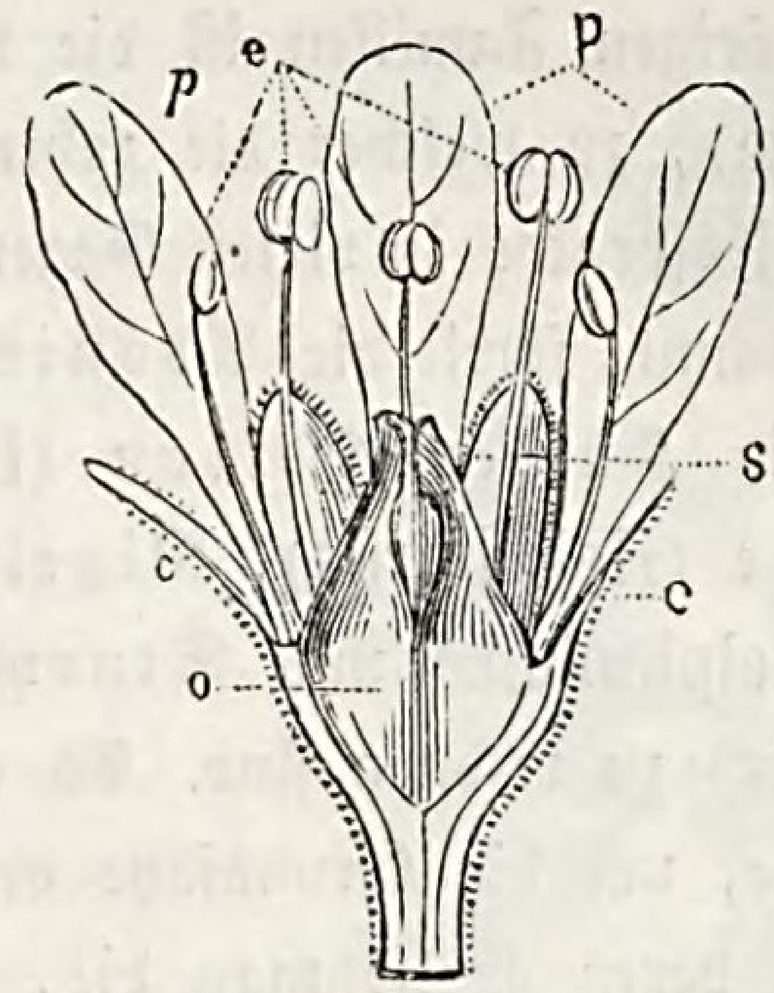


Fig. 604. Vertikalschnitt der perigynischen Blüthe von der Geumsteinbrechpflanze (Saxifraga geum). *

* o Fruchtknoten; s Griffel; c Kelch; p Kronenblätter; e Staubfäden.

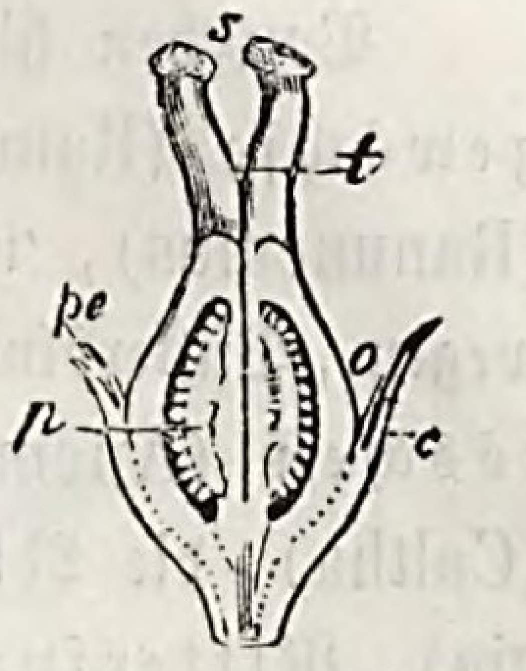


Fig. 605. Vertikalschnitt der perigynischen Blüthe der Japanischen Hoteia (Hoteia japonica). *

* c Kelch; pe Kronenblätter; o zwei verwachsene Karpelle; t Griffel, welche gesondert geblieben sind; s Narben; p Samenknospen.

somit ausgezeichnet hypogynisch sind, erscheinen die Mesembryanthemeen und in noch ausgezeichneterem Grade die Saxifrageen perigynisch, den vereinigten Karpellen zur Hälfte angewachsen (Fig. 604 und 605). Die Zahl der Karpelle, welche mit ihrem Fruchtknotentheile zu einem gemeinsamen Fruchtknoten vereinigt sind, deren Griffeltheile dagegen gesondert bleiben, beschränkt sich hier auf zwei.

Einige Saxifrageen gehören zu den ausgezeichnetsten Alpenkräutern.

Aus der Familie der Cunoniaceen (Cunoniaceæ), welche nur ausländische und keine wichtige Gewächse enthält, möge nur die beliebte Hortensie (Hydrangea hortensis) Erwähnung finden, jene so vielfach cultivirte Topfzierpflanze, deren schön rosenfarbig gefärbte und Kronenblättern völlig ähnlich gebildete Kelchblätter hauptsächlich den herrlichen Effekt der kugeligen Blüthenstände (Blüthenballen) bewirken. Die eigenthümliche Entwicklung der Kelchblätter, welche der in Japan wilden Pflanze ursprünglich fehlt, ist bei der cultivirten Varietät stets mit dem Mangel der Fortpflanzungsorgane verbunden: die Blüthen sind völlig unfruchtbar. Derselben Erscheinung hätten wir auch von der in Gärten cultivirten Varietät des sogenannten Schneeballenstrauches (Seite 942) erwähnen können, dessen Blüthenstand außerdem mit den kugeligen Trugdolden (d. h. scheinbaren Dolden, mit traubenartig verästeltem Blüthenstande) der Hortensie die größte Aehnlichkeit zeigt. Von letzterer kann man leicht eine blaublüthige Varietät erziehen, wenn man nämlich irgend ein Eisensalz der Erde beimengt, in welche man dieselbe pflanzt.

Fünfzehnte Ordnung.

Die Ranunkeln. Polycarpicæ.

Die Ordnung der Ranunkeln oder der vielfruchtigen Gewächse umfaßt außer der Familie der Hahnenfußgewächse, welche specieller ersteren Namen verdient, eine große Zahl anderer Familien, welche mit derselben viele Eigenthümlichkeiten theilen, besonders meistens auch diejenige, daß eine große Zahl von Karpellen, jedes einen besonderen Fruchtknoten bildend, um die Blüthenaxe geordnet stehen, so daß an jeder Blüthenaxe mehrere, oft sehr viele, Früchte sich ausbilden.

Von den hieher gehörigen Familien ist die wichtigste die der Hahnenfußgewächse (Ranunculaceæ), zu welcher die zahlreichen Hahnenfußgattungen (Ranunculus), in der Volkssprache in vielen Gegenden ihrer meistens gelben Blumen wegen „Butterblumen" genannt, sowie die Adonisröschen (Adonis), die Windröschen (Anemone), die Küchenschellen (Pulsatilla), die Dotterblume (Caltha), die Nießwurze (Helleborus), Nigellen (Nigella), Acklei (Aquilegia), Ritterspornе (Delphinium) und Sturmhute (Aconitum), endlich auch die Waldreben (Clematis) zu rechnen sind. Es eignet sich nicht leicht eine andere Familie so sehr, wie diese, um die Grundsätze der naturgemäßen Klassifikation der Pflanzen zu studiren, mit deren Hülfe man die, das Studium so sehr erleichternden, Gruppen nahe verwandter Gewächse aufgestellt hat, welche wir als Familien zu bezeichnen pflegen. Man hat hier Gelegenheit, wahrzunehmen, wie bei der größten Veränderung der allgemeinen Tracht, bei der mannigfaltigsten Form und Ausbildung der verschiedenen Blüthenorgane, einige wenige übereinstimmenden Merkmale genügen, um die innige Verwandtschaft zu erkennen, welche sich in zahlreichen anderen, nicht so leicht aufzufassenden Aehnlichkeiten bestätigt, und welche doch ohne Beachtung jener Merkmale nicht ausgedrückt und begrenzt werden könnte. Zur Aufstellung solcher Merkmale muß sich eben die Bildung der Frucht und des Samens, dieser Organe, durch welche die Pflanzengattungen durch alle Zeiten hindurch in wesentlicher Gleichartigkeit sich fortpflanzen, vorzugsweise eignen, denn in der Bildung dieser Organe ist so zu sagen nur das Allerwesentlichste der Grundzüge der Pflanzen ausgedrückt, und wir sehen, daß die Organe in demselben Maße, wie sie dem Grade nach von dem Embryo und dem Samenkorne selbst entfernt sind, sich wohl zur Charakteristik engerer und immer engerer Gruppen eignen. So werden wir die Ranunculaceen nach der Bildung des Samens sämmtlich erkennen können, nach der Bildung der Früchte aber, der Blumenorgane und der Blätter unterscheiden wir mehrere Abtheilungen derselben, deren Mitglieder durch viele andere Aehnlichkeiten im engeren Kreise sich in einem innigeren Grade verwandt zeigen, als alle gemeinsam.

Die allgemeine Tracht der Ranunculaceen ist sehr verschieden; die Waldreben (Holzfasern derselben, s. Seite 629) sind holzige Lianen, die Windröschen, die Nießwurze, Ackleien, Sturmhute haben unter dem Boden ausdauernde Rhizome, aus denen alljährlich krautige, zum Theil beträchtliche große „Stauden" hervorsprossen, während sie unterirdisch durch Stocksprossen sich vermehren; die eigentlichen Hahnenfuße sind meist einjährige Kräuter mit büschelig verzweigter Wurzel, theils mit ausdauernder zwiebelähnlicher Knollenaxe (Fig. 606); das Scharbockskraut (Fig. 607), welches nur drei Monate hindurch grünt, trägt in den Achseln oberirdischer Blätter abfallende Bulbillknöllchen, während an der unterirdischen Axe sich Zweige mit kartoffelähnlichen Knöllchen entwickeln, welche im folgenden Jahre ein neues krautiges Pflänzchen erzeugen.

Die Blätter der Ranunculaceen sind meistens sehr vielfach eingeschnitten, ja fast getheilt, die unteren sogenannten Wurzelblätter von den höheren Stengelblättern, sowie von den Deckblättern oder Bracteen, aus deren Achseln die Blüthenstiele entspringen, oft sehr beträchtlich verschieden. Bei den Waldreben sieht man das ganze Blatt nicht selten auf die Mittelrippe beschränkt, welche dann um so länger ausgebildet ist und, sich spiralig um andere Gegenstände rollend, eine ausgezeichnete



Fig. 606. Der knollige Hahnenfuß (Ranunculus bulbosus), die ganze Pflanze, $1/2$ d. nat. Gr. *

* b Zwiebelähnlicher Knollen, von den Phyllodien der unteren Blätter gebildet; a' die Jahresaxe, welche direkt die Blüthe f' trägt, während der aus ihr entspringende Zweig a'' die Blüthe f'', und der von diesem Zweig entspringende Zweig zweiten Grades a''' die noch geschlossene Blüthe f''' und schon die folgende zweigständige Knospe trägt.



Fig. 607. Das Scharbocks- oder Feigwarzenkraut (Ficaria ranunculoides), nat. Gr.

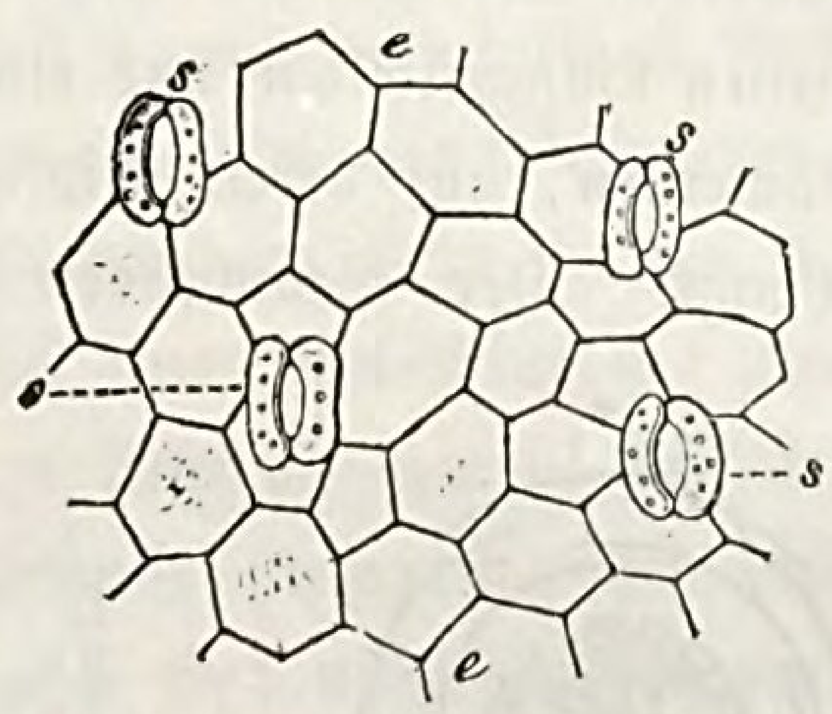


Fig. 608. Vergrößerte Darstellung eines Stückes der Epidermis von der oberen Blattfläche eines schwimmenden Blattes des Wasserhahnenfußes.*

* e Epidermiszellen; s Spaltöffnungen.

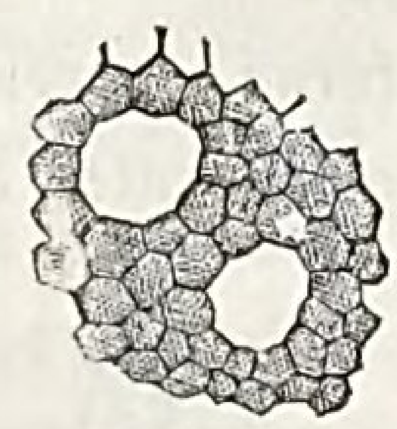


Fig. 609. Lücken im Zellgewebe des Wasserhahnenfußes.

Ranke darstellt. Der Zungenhahnenfuß (Ranunculus lingua) und der Flammenhahnenfuß (R. flammula) haben nur schmale zungenförmige Phyllodien, ganz ohne eigentliche Blattspreite, und könnten durch ihre Paralleladerigkeit eine Verwechslung mit Monocotyledoneen zulassen. Der ganz unter Wasser getaucht wachsende Fluthhahnenfuß (R. fluitans) trägt dagegen ächte tiefgetheilte Blätter, denen jedoch die Parenchymausbreitung ganz fehlt, so daß die Rippen derselben nur einen zerschlitzten Büschel von Fäden bilden. Beim Wasserhahnenfuße (R. aquatilis) sind die unter dem Wasser befindlichen Blätter ähnlich, zart haarförmig büschelig; die auf der Oberfläche des Wassers schwimmenden dagegen sehen ganz anders aus, denn sie haben eine vollständige Parenchymausbreitung von herz- oder nierenförmigem, mitunter den Epheublättern ähnelndem, Umrisse. Bei diesen Blättern ist die das Wasser berührende untere Fläche frei von Epidermis und Stomaten, während die obere, der Luft ausgesetzte Seite solche besitzt (Fig. 608). Im Gewebe dieser schwimmenden Pflanzen befinden sich viele Luftlücken, gleichsam Schwimmaparate (Fig. 609).

Die Blüthen der Ranunculaceen haben theils deutlich unterschiedene grüne Kelch- und buntfarbige Kronenblätter, wie die eigentlichen Hahnenfuße, theils sind die Kelchblätter den Kronenblättern in Bildung und Färbung völlig gleich, wie bei den Ackleien, oder die Kronenblätter sind gering, die Kelchblätter aber groß und dabei bald buntfarbig, bald grün, wie bei den Nießwurzen, bald fehlen sie völlig, und es sind dann die Kelchblätter um so schöner gefärbt und um so größer, wie bei den Küchenschellen, Windröschen, Waldreben. Im Allgemeinen herrscht die

Fünfzahl, bei den Waldreben die Vierzahl. Die grünfarbigen Kelchblätter sind von der allereinfachsten Form, die buntfarbigen oft sehr seltsam; bei dem Rittersporne (Delphinium consolida) ist das eine derselben mit einem langen und tiefen Trichtersacke versehen, „gespornt", bei der Acklei (Aquilegia vulgaris) laufen alle fünf in solche noch obendrein hakenförmig gekrümmte Sporne aus. Bei dem Sturmhute (Aconitum) sind die Kelchblätter sehr ungleich, das eine, der Hauptaxe des Blüthenstandes zugewandte, kapuzen- oder helmförmig vertieft. Die Kronenblätter tragen bei den Hahnenfußen, Nießwurzen und einigen nahe verwandten Arten am Grunde stets ein honig absonderndes Schüppchen (Fig. 610). Bei den Ackleien sind sie gespornt, wie die Kelchblätter, bei dem Rittersporn stecken die Sporne von zweien in dem Sporne des Kelches, oder mitunter sind alle Kronenblätter in einen Sporn verwachsen. Bei den Sturmhuten sind von den fünf Kronenblättern drei stets sehr kleine Schuppen oder auch gar in Staubfäden verwandelt, während die zwei, welche zunächst vor dem Helmblatte des Kelches stehen, zu höchst seltsam gestalteten Nektarien geworden sind, jenen langgestielten und einwärts gekrümmten, nach oben keulenförmig verdickten Filamenten, auf deren Gipfel, statt des Staubbeutels, ein dicker gekrümmter Kolben hangt. Der Staubfäden finden sich stets mehrere fünfzählige

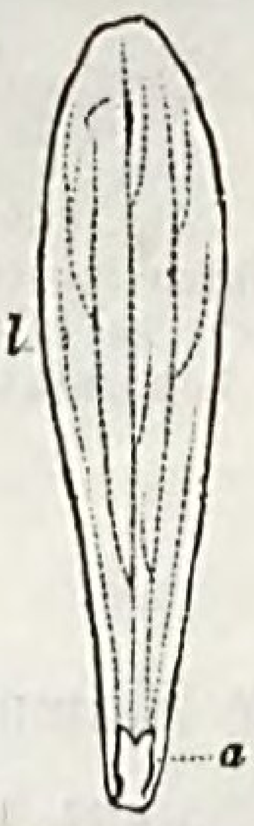


Fig. 610. Ein Kronenblatt von der Blüthe des Scharbockskrautes (Ficaria ranunculoides), dreifache Größe.*

* *l* Kronenblatt; *a* Nektarium.

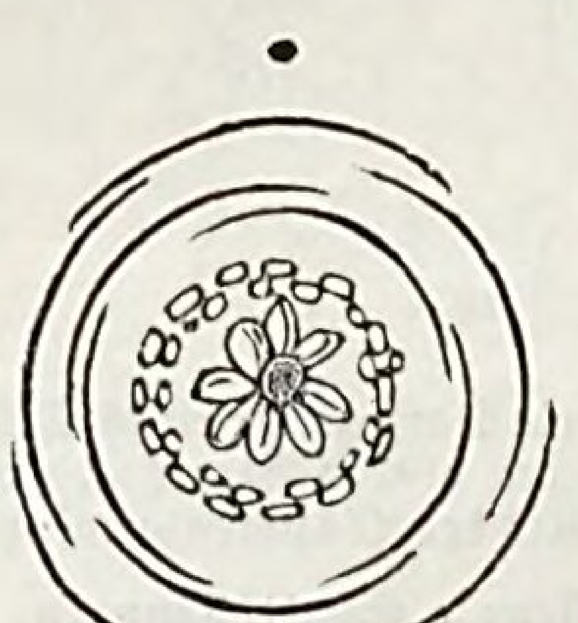


Fig. 611. Diagramm der Blüthe des scharfen Hahnenfußes (R. acris). Fünf Kelchblätter; fünf Kronenblätter; ein vielfacher Kranz von Staubfäden; viele Karpelle als gesonderte Fruchtknoten, spiralig um die Blüthenaxe angeordnet.



Fig. 612. Blüthe des scharfen Hahnenfußes. *

A Die Blüthe senkrecht durchschnitten, fünffach vergrößert dargestellt; *c* Kelchblätter; *pe* Kronenblätter; *e* Staubfäden; *pi* die Blüthenaxe mit den zahlreichen Fruchtknoten, welche spiralig an derselben geordnet stehen.

B Eine Antbere, stärker vergrößert, von der Außenseite gesehen, wo ihre Fächer sich öffnen;

C Dieselbe von der Innenseite.

D Ein Fruchtknoten, ebenfalls stärker vergrößert, senkrecht durchschnitten; *o* Karpell; *s* Narbe; *g* Samenknospe, welche in der Achsel des Karpells steht und sich umgekehrt hat, so daß die Mikropyle sich in der Achsel befindet.



Fig. 616. Ein reifes Samenkorn aus der Balgfrucht der schwarzen Nießwurz (H. niger), senkrecht durchschnitten, vergrößert.*

* *f* Nabelstrang; *h* Nabelpunkt; *c* Knospengrund, an welchem noch eine Spur des Perispermgewebes zu erkennen ist; *t* Samendecke; *p* Endosperm; *e* Embryo.

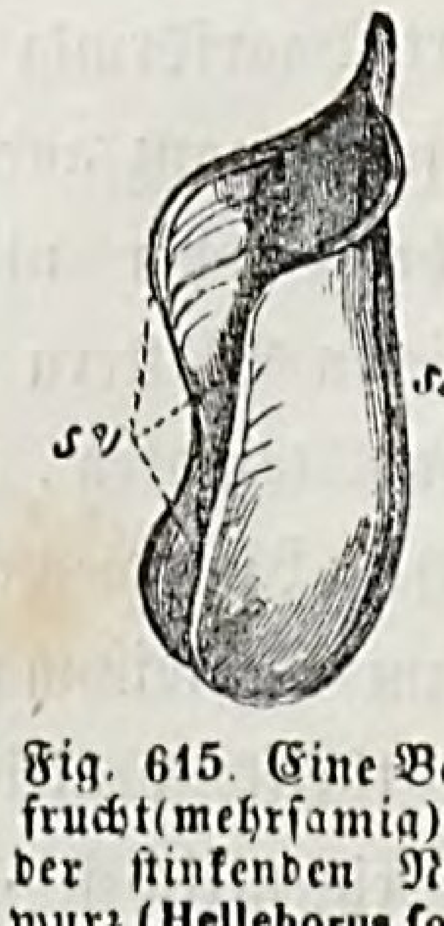


Fig. 615. Eine Balgfrucht (mehrsamig) von der stinkenden Nießwurz (Helleborus foetidus), nach dem Aufspringen. *

* *sd* Mittelrippe des Karpells; *sv* die aufgesprungene Naht an der inneren Seite der Frucht, den Rändern des Karpells entsprechend.



Fig. 614. Eine einsamige Schließfrucht des stachelfruchtigen Hahnenfußes (R. muricatus). *

* 1 Die ganze Schließfrucht oder Achäne, mit Stacheln besetzt; 2 die nämliche horizontal durchschnitten, um das Samenkorn *g* zu zeigen, welches nicht mit der Fruchtwandung verwachsen ist.

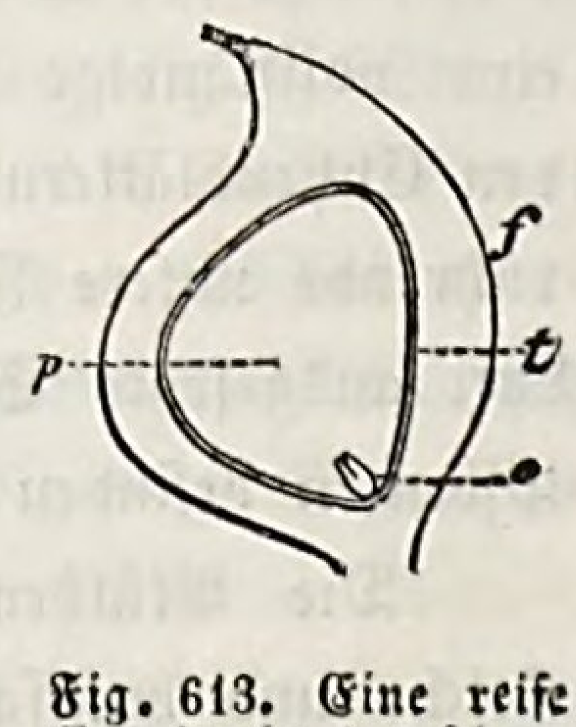


Fig. 613. Eine reife Balgfrucht des scharfen Hahnenfußes, senkrecht durchschnitten, fünffach vergrößert. *

* *f* Frucht (Karpell); *t* Samendecke; *p* großes Endosperm; *e* sehr kleiner Embryo, das Würzelchen zur Mikropyle kehrend.

Quirle (Fig. 611); die Antheren derselben haben die bemerkenswerthe Eigenthümlichkeit, daß sie sich, wie die der Irideen, nach der auswärts gewandten Seite öffnen (Fig. 612). Obendrein sind bei den Nießwurzen die Narben noch nicht entwickelt, während die Antheren ihren Blüthenstaub verschütten, so daß die Befruchtung, hier nur durch Uebertragung aus verschiedenen Blüthen möglich ist. Ein solches Beispiel kennt man auch von der Hainsimse (Luzula) unter den Graslilien (S. 813). Insekten scheinen in diesen Fällen die Befruchtung zu vermitteln. Die Blüthenaxe ragt als ein kegel- oder zapfenförmiger Körper in der Blüthe empor und ist in spiraliger Ordnung besetzt mit zahlreichen, oft sehr kleinen Fruchtknoten, deren jeder aus einem deutlich blattartigen Karpelle, mit „sitzender", d. h. nicht auf einem langen Griffel stehender, Narbe besteht. Bei den Nigellen und in geringerem Grade bei mehreren diesen zunächst verwandten Gattungen, sind die einzelnen Fruchtkarpelle zu einem Fruchtknoten vereinigt. Besonders ausgezeichnet ist dagegen die Fruchtknotengruppe in der Blüthe des Mauseschwänzchens (Myosurus minimus), indem dieselbe hier die Form einer dünnen Aehre besitzt und ein solches Aussehen hat, daß sie den Namen der Pflanze veranlassen konnte. Bei den Waldreben, den Hahnenfußen, Windröschen, Küchenschellen, Mauseschwänzen, steht in der Achsel jedes Karpelles eine einzige verkehrte Samenknospe; bei den Dotterblumen, Nießwurzen, Nigellen, Ackleien, Rittersporнen und Sturmhuten steht dagegen in der Achsel jedes Karpelles eine Zweigaxe der Blüthenaxe, welche mit mehreren, oft vielen, Samenknospen besetzt ist. Reifend bildet der Fruchtknoten eine nicht aufspringende Schließfrucht, oder eine an der Naht aufspringende Balgfrucht (Fig. 613), ersteres bei den ersteren Geschlechtern (Fig. 614), wo dieselbe einsamig, letzteres bei den anderen (Fig. 615) wo dieselbe mehrsamig ist. Der Same enthält ein großes Endosperm und einen sehr kleinen Embryo mit kurzem dickem Axenorgane (Fig. 616).

Alle Ranunculaceen enthalten in ihren Säften giftige Pflanzenalkaloide, einige in solcher Menge, daß sie zu den gefährlichen Giftpflanzen gehören. Mehrere derselben sind dieser Substanzen wegen in arzneilichem Gebrauche, besonders die Sturmhute, welche das Aconitin enthalten.

Die Familie der Gichtrosen (Pæoniaceæ), benannt nach der allgemein bekannten Gartenpflanze, der Gicht-, Pfingst- oder Bauernrose (Paeonia officinalis), unterscheidet sich von den Ranunculaceen nur durch das einzige Merkmal, daß die Antherenfächer sich nach der Innenseite gegen die Karpelle öffnen.

Die Familie der Rosenäpfel (Dilleniaceæ), der vorigen nahe verwandt, aber durch sehr große, fleischige Beeren darstellende Früchte ausgezeichnet, gehört nur der heißen und der südlichen gemäßigten Zone an.

Die Familie der Tulpenbäume (Magnoliaceæ) ist wenigstens durch einige Gartenzierbäume aus dem tropischen Asien und Amerika zu uns verpflanzt. Die immergrüne großblüthige Magnolia (Magnolia grandiflora) ist im südlichen Europa, der virginische Tulpenbaum (Liriodendron tulipifera) auch in Deutschland in Gärten verbreitet. Die Blüthen dieser Bäume sind Tulpen einigermaßen ähnlich, indem die Kelchblätter sehr groß und von den Kronenblättern nicht unterschieden, und beide dreizählig sind. Im Innern der Blüthe erhebt sich, von sehr zahlreichen Staubfäden umgeben, die Blüthenaxe sehr lang; dieselbe ist mit spiralig geordneten Karpellen ganz dicht bedeckt (Fig. 617). Letztere öffnen sich durch einen Rückenspalt, worauf

*

bei der Magnolia die Samenkörner durch eine außerordentliche Verlängerung der Nabelstränge an langen Fäden aus denselben hervorhangen. Auch der Sternanis unserer Apotheken gehört einer Pflanze dieser Familie an (Illicium anisatum), welche in China, Japan und auf den Philippinischen Inseln einheimisch ist.

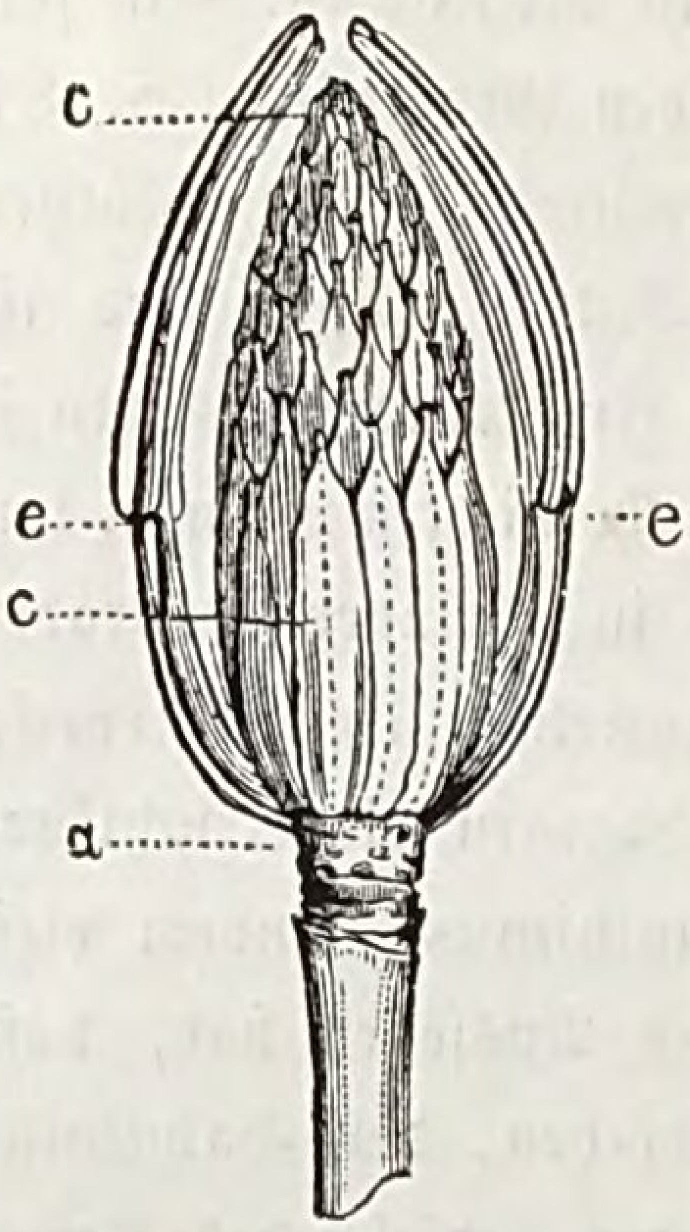


Fig. 617. Das Innere der Blüthe des Tulpenbaumes (Liriodendron tulipifera). *

* *a* Blüthenaxe, mit den Narben der hinweggenommenen Perigonblätter und der meisten Staubfäden; *ee* einige stehen gelassene Staubfäden; *cc* die mit Karpellen ganz bedeckte kegelförmige Vorragung der Blüthenaxe.



Fig. 618. Ein Zweig des schuppigen Flaschenbaumes (Anona muricata), mit einer Blüthe, einem jungen Fruchtstande, einem etwas mehr entwickelten Fruchtstande, einem reifen Fruchtstande und einem solchen horizontal durchschnittenen. Man kennt diesen eßbaren Fruchtstand unter dem Namen „Ochsenherzapfel."

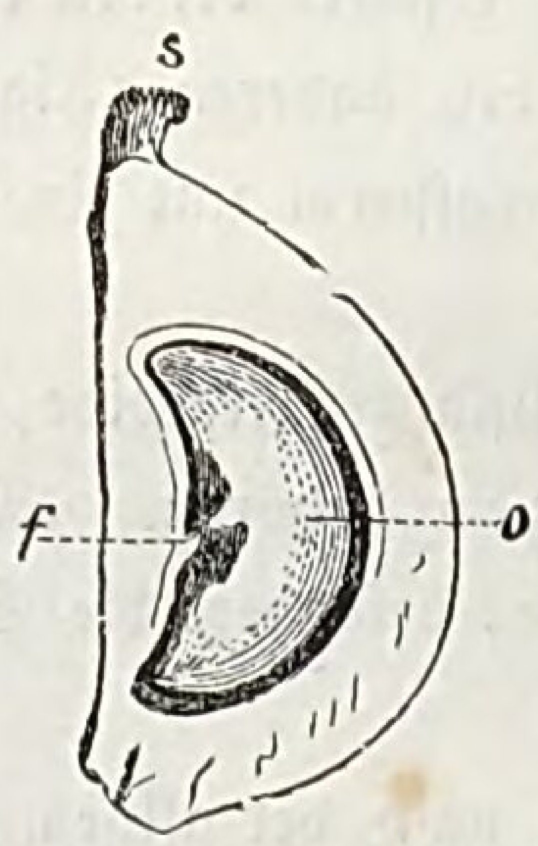


Fig. 620. Senkrecht durchschnittener Fruchtknoten des rankenden Mondsamen-Zierstrauches aus Kanada (Menispermum canadense). *

* *s* Narbe; *f* Nabelstrang; *o* krummliegendes („kampylotropes") Samenknöspchen.



Fig. 619. Ein Zweig des Muskatnußbaumes (Myristica moscata) mit einer aufgesprungenen Frucht, daneben eine andere, von welcher die eine Hälfte abgenommen ist, um die Samenhülle, die sogenannte Muskatblüthe, zu zeigen, in welcher der Same, die sogenannte Muskatnuß, verhüllt liegt.

Die Familie der Anonaceen (Anonaceæ), ebenfalls fast ausschließlich tropisch, zeichnet sich aus durch Fruchtstände, welche denen der Magnolien ähnlich sind, aber durch Verwachsung der zahlreichen Karpelle eine große Fleischfruchtmasse darstellen (Fig. 618). Nahe verwandt mit den Anonaceen ist die Familie der Muskatpflanzen (Myristiceæ), welche freilich nur einen einzigen einsamigen Fruchtknoten besitzen. Es gehört zu dieser der ächte molukkische Muskatbaum (Fig. 619), dessen Samen, die gewürzreiche Muskatnuß, in so allgemeinem Gebrauche ist. Der reife Fruchtknoten springt zweiklappig auf; die „Nuß" liegt darin noch von einer eigenthümlichen zerschlitzten blätterigen rothgelben Hülle umgeben. Diese Hülle, welche im Handel ebenfalls als Gewürz unter dem ganz falschen Namen „Muskatblüthe" verbreitet ist, besteht aus Blattorganen, welche sich erst nach der Befruchtung aus

der die Samenknospe im Fruchtknoten tragenden Axe, dem Nabelstrange, unter dem Knospengrunde entwickelt, ähnlich wie die Schale bei der Haselnuß, nur in einer Form, welche mehr der äußeren Becherhülle dieser Frucht ähnelt. Der Same, die sogenannte Muskatnuß, besitzt nur eine sehr zarte Samendecke, welche die runzeligen Eindrücke der Samenhülle zeigt; die Hauptmasse derselben ist das sehr beträchtliche, von gewürzhaftem Oele durchdrungene Endosperm, welches an einem Ende einen Embryo mit blattartigen, etwas ausgebreiteten Cotyledonen in einer Höhlung enthält.

Die Familie der Mondsamen (Menispermeæ) steht in der Bildung der Blüthe besonders durch die Vielzähligkeit der Fruchtknoten den Ranunculaceen näher, als die vorige. Aber die Samen sind hier innerhalb der Früchte anders angeheftet, indem sie schildartig und gekrümmt an dem Nabelstrange stehen (Fig. 620). Die Früchte einer Pflanze dieser Familie (Cocculus suberosus) sind die sehr narkotisch giftigen Kokkelskörner.

Die Familie der Berberitzen (Berberideæ) gehört in die nämliche Ordnung, obgleich bei diesen Pflanzen nur ein einziger Fruchtknoten vorhanden ist. Unser gemeiner Sauerdorn oder Berberitzenstrauch ist ein bekanntes Beispiel. Derselbe zeichnet sich aus durch die seltsame Bildung der Blätter, deren Mittelrippe, meistens nebst den Mittelrippen zweier Nebenblättchen, sich zu steifen Dornen ausbildet. Aus der Achsel einer jeden derartigen Dornengruppe entspringt ein Zweig, mit gewöhnlich geformten ausgebreiteten Blättern versehen (Fig. 621). Mitunter sind die Nebenblätter in gewöhnlicher Ausbildung als Blätter neben dem, in diesem Falle einzigen Dorne des Blattes erhalten; auch kommt bisweilen der entgegengesetzte Fall vor, ein Blatt zwischen zweien Nebendornen. Die Blüthen stehen in Trauben (Fig. 622). Die Antherenfächer der Staubfäden springen jedes mit einer Klappe ihrer ganzen Länge nach auf. Diese Staubfäden zeigen die seltsame Reizbarkeit, von welcher die Narbe der Mimulus (Seite 969) ein Beispiel gab, in sehr auffallendem Grade. Während dieselben nämlich gewöhnlich von der Mitte der Blüthe

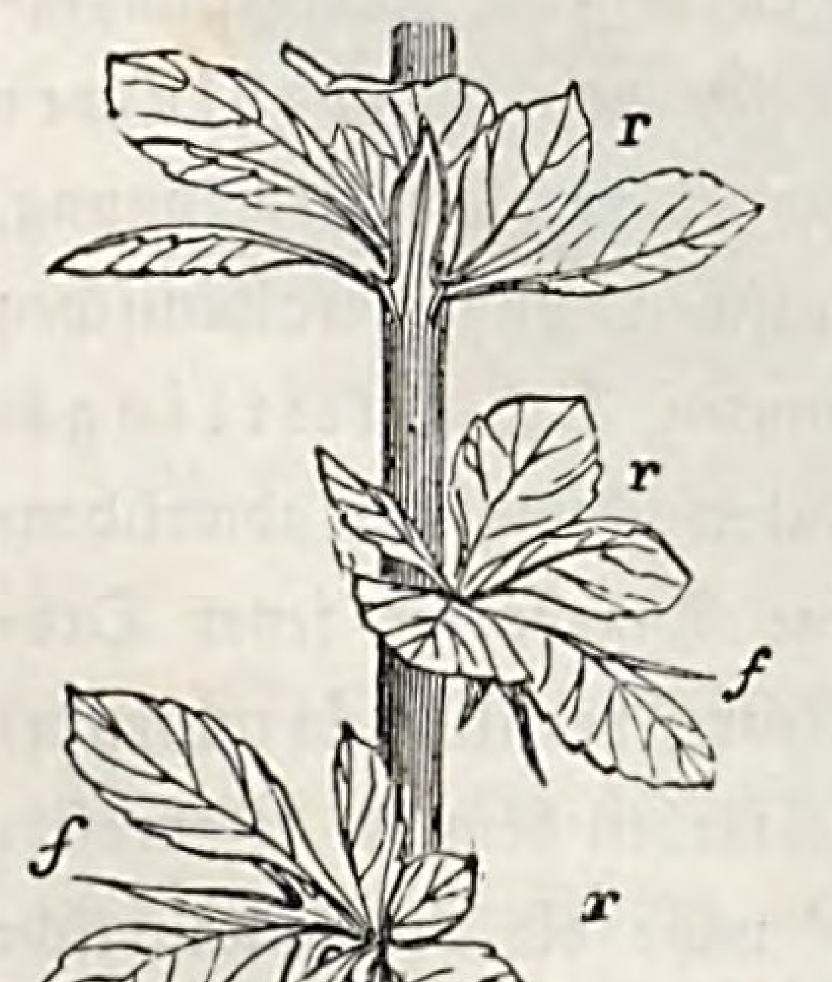


Fig. 621. Ein Zweig des gemeinen Sauerdornstrauches (Berberis vulgaris), dessen Blätter *fff* die Gestalt mehr oder weniger vollkommener ästiger Dornen angenommen haben; *rrr* Rosetten gewöhnlich gebildeter Blätter, welche in den Achseln der Dornen stehen.



Fig. 622.
Der traubenförmige Blüthenstand des gemeinen Sauerdorns.*

* *f* Ein Blatt, in Form eines Dornes; *s* die Nebenblättchen, welche in diesem Falle nicht als Dornen erscheinen; *a'* Hauptaxe des Blüthenstandes, welche aus der Achsel des Dornblattes entspringt und die Blüthenstiele *a''* in den Achseln sehr kleiner Deckblättchen *b* trägt.

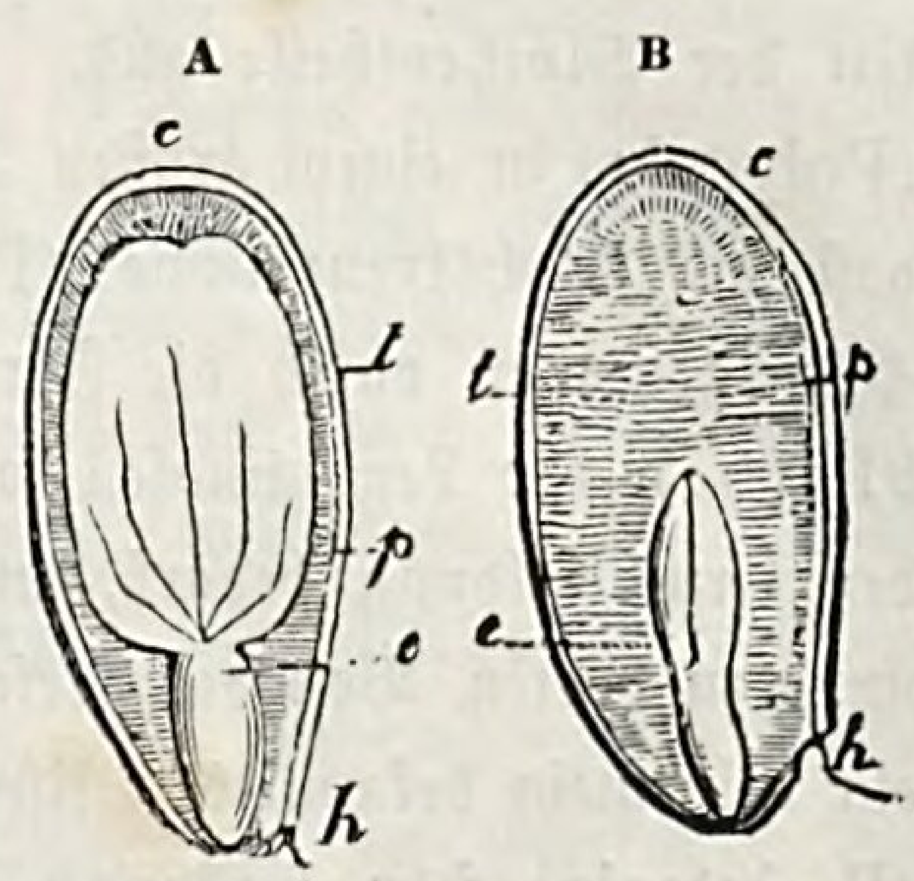


Fig. 623. Vergrößerte Darstellung senkrechter Durchschnitte der Samen von Berberideen.*

* A Der Same des gemeinen Sauerdornes; B der Same der Diphylleia (Diphylleia peltata); h Nabelpunkt; *c* Knospengrund; *t* Samendecke; *p* Endosperm; *e* Embryo, das Wurzelende seines Axenorganes der neben dem Nabel befindlichen Mikropyle zuwendend.

nach außen aufwärts gekrümmt ganz an die Kronenblätter geschmiegt liegen, erheben sie sich, sobald man ihren unteren Theil mit einer Nadel oder einem Haare berührt, ziemlich rasch und nähern sich mit ihren Staubbeuteln der Narbe. Auch hier ist die Erklärung dieser Erscheinung noch nicht gefunden. — Während der Same des eigentlichen Sauerdorns, dessen Früchte sich zu säuerlichen, rothen, länglichen Beeren ausbilden, in einem geringen Endosperm einen ziemlich großen Embryo beherbergt, sind einige andere Pflanzen der nämlichen Familie, ganz wie die Ranunculaceen, mit ganz kleinem Embryo in einer beträchtlichen Endospermhülle versehen (Fig. 623). —

Sechzehnte Ordnung.

Die Mohne. Rhœadeæ.

Die Familie der eigentlichen Mohne bildet mit der naheverwandten der Kreuzblüthler, sowie mit mehreren anderen, sich nahe an dieselben anschließenden kleineren Familien die Ordnung, welche nach ersterer benannt werden kann. Ein einzelnes allgemeines Merkmal für die ganze Ordnung läßt sich nicht aufstellen — ein Mangel, welcher mehr oder weniger alle Ordnungen trifft und welcher eben beweist, daß die Ordnungen nichts sind, als willkürlich umgrenzte Gruppen von Pflanzenfamilien, welche vieler innigen Verwandtschaften wegen so zusammengestellt sind, ohne Verstoß gegen die Natur aber auch in anderer Weise zusammengestellt werden könnten und in der That fast in jedem botanischen Buche verschiedenartig zusammengestellt werden. Die Pflanzengattungen (Arten — species) bestimmt die Natur durch die Abstammung; die übrigen Classifikationsgruppen, Geschlechter, Familien, Ordnungen, bestimmt die Willkür der Gelehrten, und diese verfährt dabei meistens nach sehr verschiedenen Grundsätzen. In demselben Grade müssen diese Gruppirungen daher werthloser und unwesentlicher erscheinen.

Die Familie der Polygaleen (Polygaleæ), die der Reseden (Resedaceæ) und die der Kappernpflanzen (Capparideæ) zeichnen sich durch große Unregelmäßigkeit der Blüthentheile aus. Aus ersterer sind mehrere Arten von Kreuzblumen (Polygala) in einem großen Theile Europa's verbreitet, und es verdient Erwähnung, daß die Buchskreuzblume (P. chamæbuxus) der süddeutschen und voralpinischen Hügelgegenden durch die Form ihrer Blüthen den sogenannten Schmetterlingsblüthen der Leguminosen so sehr ähnelt, daß es einer Untersuchung der abweichenden Fruchtbildung bedarf, um diese Pflanze nicht für eine Angehörige jener Ordnung zu halten. Von den Reseden ist die wohlriechende Gartenresede (Reseda odorata) ein allgemein bekanntes Beispiel, ebenso wie die zum Gelbfärben benutzte Wauresede (R. luteola) sehr verbreitet ist. Dieser Familie steht sehr nahe die Neuholländische Familie der Tremandreen (Tremandreæ), von denen sich einige durch die Seltsamkeit auszeichnen, daß ihre Antheren vierfächerig sind (Fig. 624), eine Erscheinung, welche sich sonst nur bei noch nicht völlig ausgebildetem Pollen beobachten läßt. Von den Kappavideen, zu welchen diejenigen Pflanzen gehören, deren gewürzreiche Blüthenknospen unter dem Namen Kappern im Handel bekannt sind, möge nur die merkwürdige Erscheinung erwähnt werden, daß einige Pflanzen dieser Familie eine auffallende Verlängerung der Blüthenaxe über

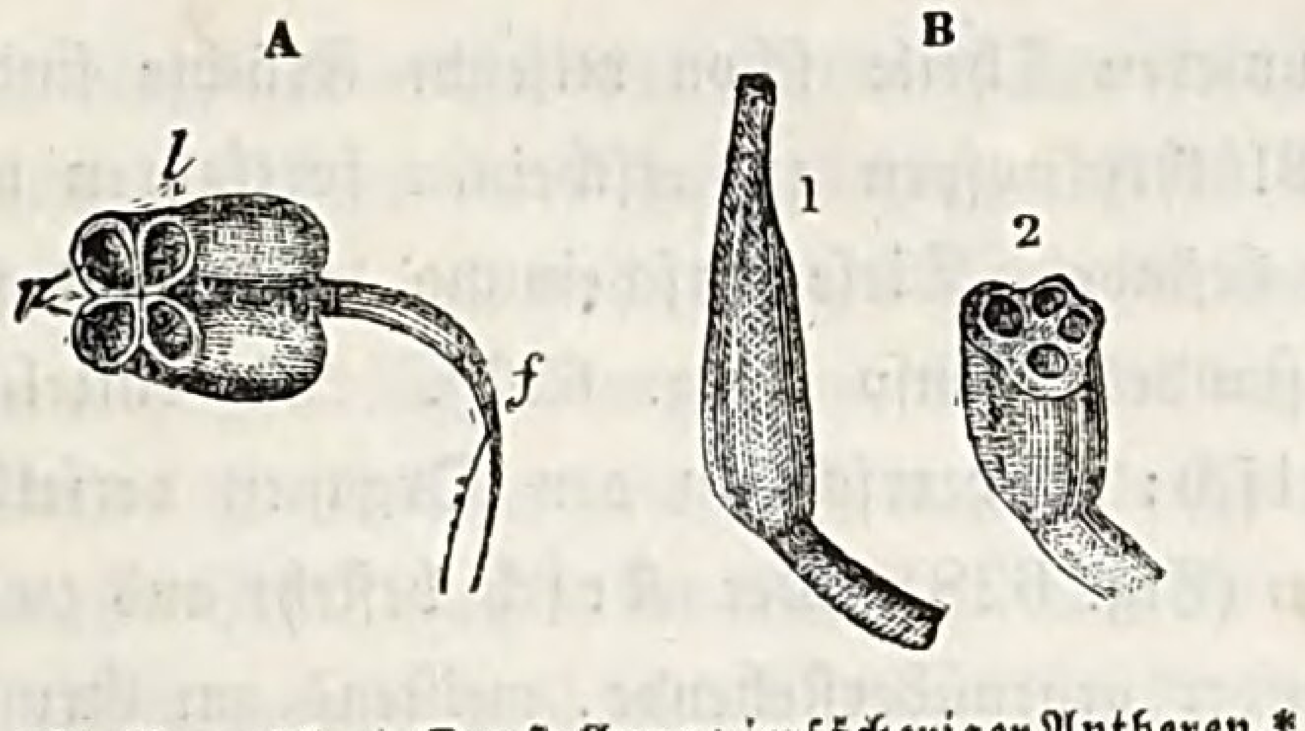


Fig. 624. Vergrößerte Darstellung vierfächeriger Antheren.*

* A Anthere einer Poranthere (Poranthera); f Filament; l Fächer; p vier Löcher, mit denen die Fächer sich öffnen, um den Pollen zu verschütten.

B Anthere der binsenartigen Tetratheka (Tetratheca juncea); 1 die Anthere von außen, am Gipfel mit einem einzigen Loche geöffnet, welches für die vier Fächer gemeinsam dient; 2 dieselbe mitten durchschnitten, um die vier Fächer zu zeigen.

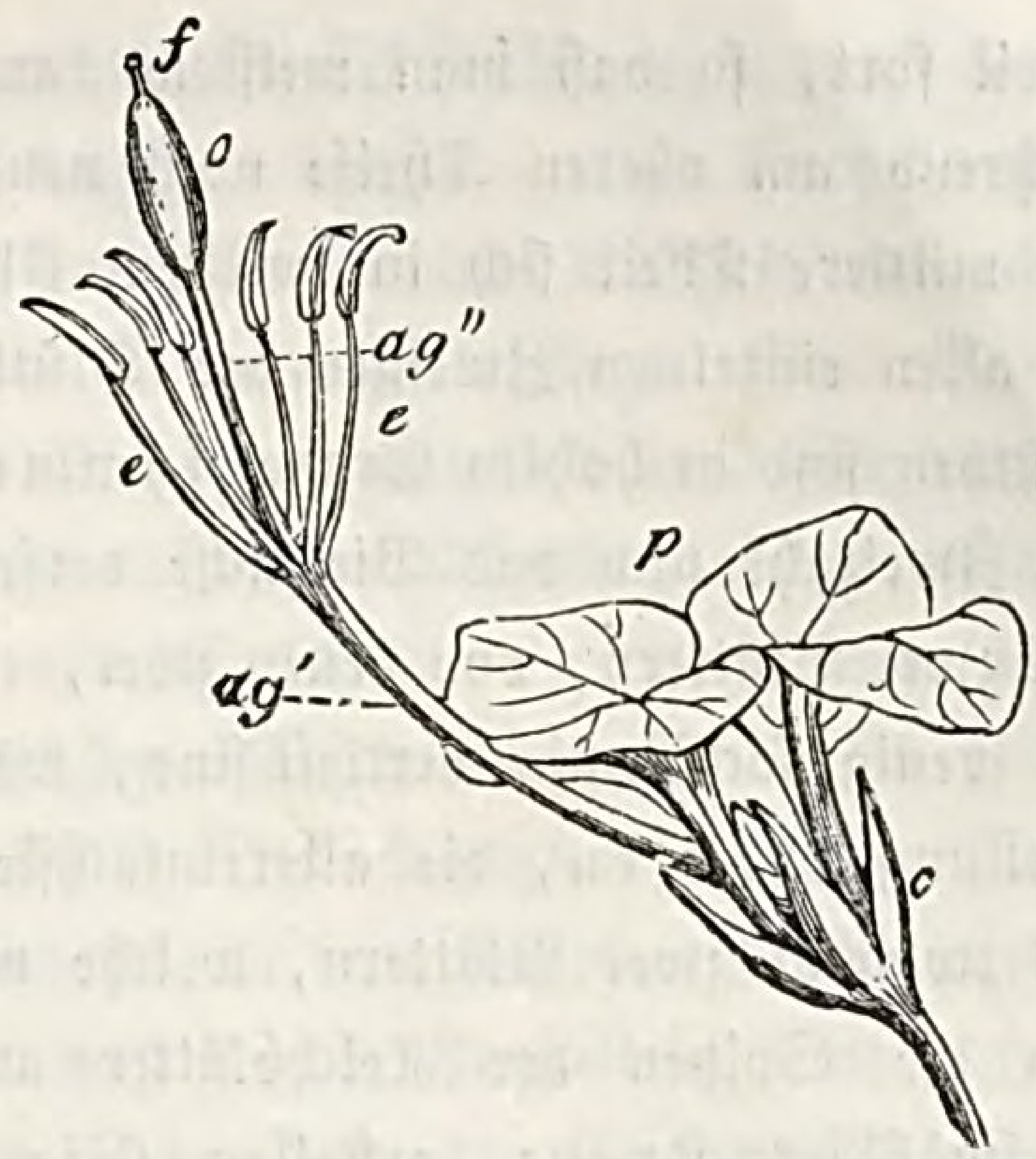


Fig. 625. Die Blüthe einer Cappariדee (Gynandropsis palmipes) aus Westindien. *

* c Vierblätteriger Kelch; p vierblätterige Blumenkrone; ag' Internodium der Blüthenaxe, welches den Quirl der Staubfäden von den Blumenblättern entfernt; e Staubfäden; ag'' zweites verlängertes Internodium der Blüthenaxe; o Fruchtknoten; f Griffel.


Fig. 626. Die gemeine Kohlpflanze (Brassica oleracea) als Braunkohl.

dem Ursprungspunkte der Blumenblätter besitzen, indem der Quirl der Staubfäden durch ein langes Internodium von den Blumenblättern, und der Fruchtknoten wiederum durch ein langes Internodium von den Staubfäden entfernt ist (Fig. 625). — Die Familie der Erdrauche (Fumariaceæ) ähneln in der Form ihrer Blüthen mit großentheils verwachsenen Blättern einigermaßen manchen Labiaten. Zu dieser Familie gehört die Corydalis, deren Pollen Fig. 293 abgebildet ist.

Die Familie der Kreuzblüthler (Cruciferæ) ist eine der wichtigsten, sowohl durch die außerordentlich große Zahl von Arten, mit welcher dieselbe in Europa verbreitet ist, als auch durch den mannigfaltigsten Nutzen, welche viele dieser Arten dem Menschen gewähren. Die Kressen, die Kohle, die Rüben, Rettige, Senf, der Färberwaid u. s. w. gehören hieher. Die außerordentliche Einförmigkeit der Blüthen- und Fruchtbildung macht die Auffassung der Merkmale dieser im übrigen so formenreichen Familie ebenso leicht, als andererseits die Unterscheidung der Geschlechter und Arten durch dieselbe erschwert wird. Es gibt nur wenige Beispiele anderer als krautartiger, ein- oder höchstens zweijähriger Kreuzblüthler (Fig. 626). Vielfach verästelte Blüthenstände, meistens Rispen oder doldenähnliche aufrechte Trauben, deren einzelne Aeste stets ohne bemerkbare Deckblättchen aus den Axen höherer Ordnung zu entspringen pflegen, sind allen gemein. Es schreitet die Entwicklung der einzelnen Blüthen vom unteren Theile des Blüthenstandes gegen den oberen

Theil fort, so daß man meistens am unteren Theile schon reifende Früchte findet, während am oberen Theile noch neue Blüthenknospen zu erscheinen fortfahren und der mittlere Theil sich in vollstem Flore befindet. Diese Erscheinung wiederholt sich an allen einzelnen Zweigen des Blüthenstandes ebenso (Fig. 627). Die einzelnen Blüthen sind in hohem Grade symmetrisch; es herrscht in den Organen derselben die Zweizahl und das Vielfache derselben (Fig. 628). Der Kelch besteht aus zweimal zwei Blättern, von denen zwei, einander gegenüberstehende, meistens am Grunde ein wenig sackförmig vertieft sind, während die beiden anderen, welche jene in ihrer Stellung kreuzen, die allereinfachste Form besitzen. Die Krone besteht wiederum aus zweimal zwei Blättern, welche mit den vorigen abwechselnd stehen und deren über die Spitzen der Kelchblätter auswärts geneigte breitere Endlappen ein sehr regelmäßiges Kreuz darstellen (Fig. 629). Daher die Benennung der Familie. Die Kronenblätter sind bei fast allen Kreuzblüthlern weiß oder gelb, selten mit roth gemischt. — Die Staubfäden, deren im Ganzen sechs vorhanden sind, stehen so (Fig. 630), daß den beiden sackförmigen Kelchblättern in der Stellung

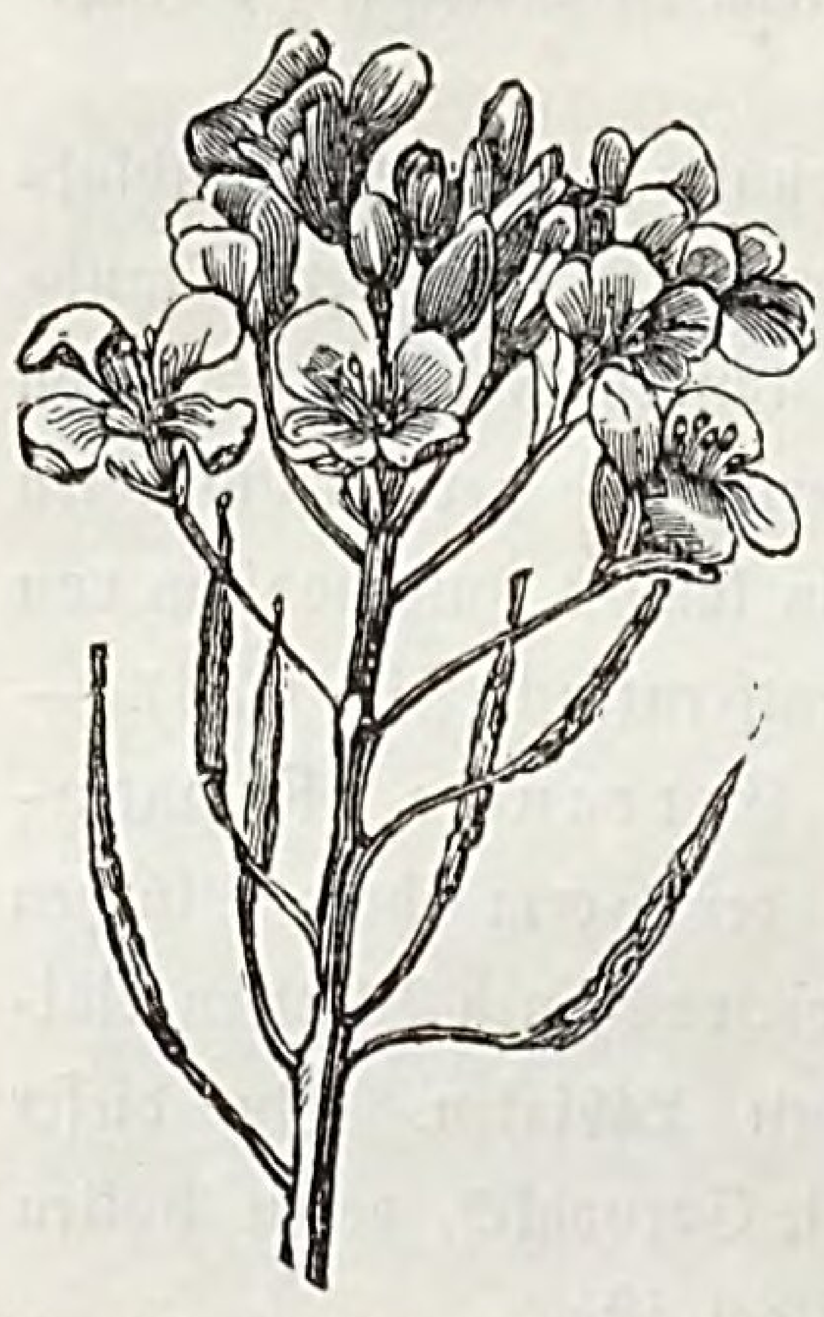


Fig 627. Ein Zweig des Blüthenstandes des gemeinen Rübsamen (Brassica rapa), dessen Aestchen unten Samenschoten, in der Mitte Blüthen, oben Blüthenknöspchen tragen.



Fig. 628. Diagramm der Blüthe einer Crucifere. Vier Kelchblätter, von denen zwei am Grunde sackförmig; letztere sind durch Doppellinien angedeutet; vier Kronenblätter; vier (längere) und zwei (kürzere) Staubfäden; ein zweifächeriger Fruchtknoten, worin zwei wandständige Samenträger mit Doppelreihen von Samenknöspchen besetzt, deren auf einem Horizontalschnitte, der abwechselnden Stellung wegen, nur eines in jedem Fache getroffen wird.

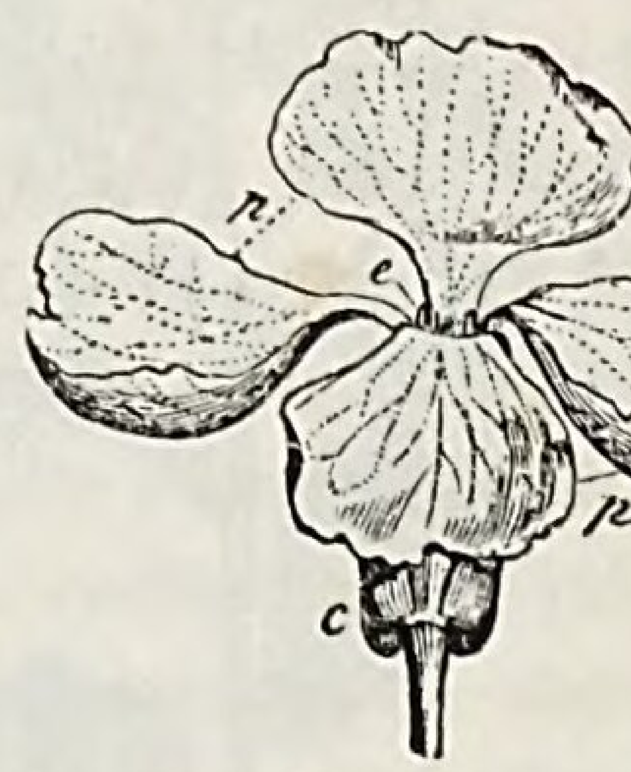


Fig. 629. Eine Blüthe des gemeinen Goldlack oder Gelbveigelein (Cheiranthus cheiri). *

* Kelch, dessen beide seitlich stehende Blättchen unten sackartig vorragen; p Kronenblätter; e Staubfäden.

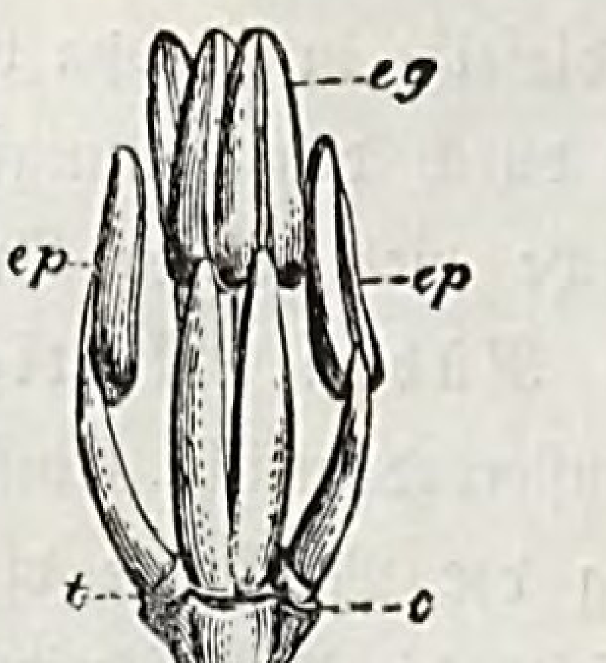


Fig. 630. Die inneren Blüthenorgane der Goldlackblume, vergrößert. *

* p Gipfel des Blüthenstielchens; c Narben der Kelchblätter und Kronenblätter; t drüsige Anschwellung am Grunde der tetradynamischen Staubfäden; ep kürzere Staubfäden; eg längere Staubfäden.

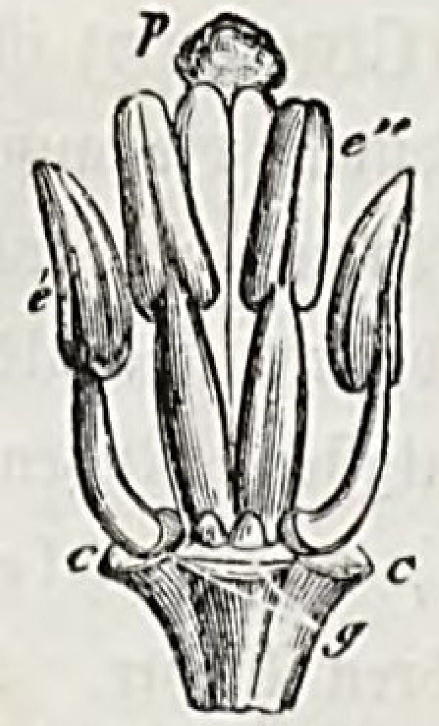


Fig. 631. Die inneren Blüthenorgane der Mauerrauke (Erysimum murale), vergrößert. *

* g Gipfel des Blüthenstielchens; c Narben der Blumenblätter, nahe über denselben bemerkt man die drüsige Anschwellung und vorragende Nektarien (Staminodien); e' kürzere Staubfäden; e'' längere Staubfäden; p die Narbe des Fruchtknotens.



Fig. 633.

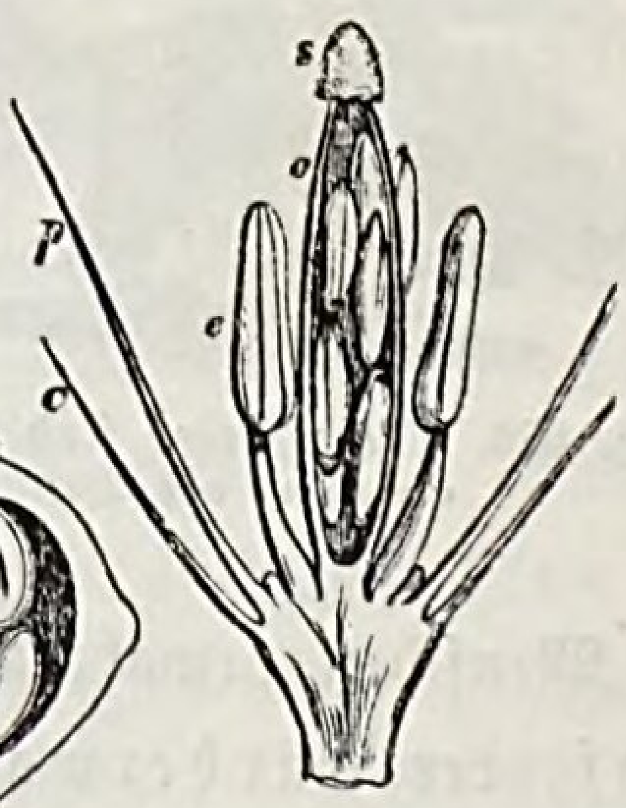


Fig. 632.

Fig. 632. Senkrechter Durchschnitt einer Blüthe der Mauerrauke, vergrößert. *

* c Kelchblätter; p Kronenblätter; e Staubfäden; o Fruchtknoten; der Samenträger trägt die Samenknöspchen längs der beiden schmalen Karpelle, welche die Leisten zwischen den beiden großen Karpellen bilden; s Narbe.

Fig. 633. Vergrößerter Horizontaldurchschnitt durch den Fruchtknoten. *

* c Vereinigung des Samenträgers mit der Wandleiste; g Samenknöspchen.

je ein einzelner entspricht, während den beiden geringeren Kelchblättern je zwei entsprechen. Erstere beide sind kürzer, letztere vier dagegen länger — ein Verhältniß, welches sich bei allen Kreuzblüthlern beständig wiederholt und welches man als Uebermächtigkeit von vieren oder Tetradynamie zu bezeichnen pflegt. Die eigenthümlichen Stellungs- und Zahlenverhältnisse der Blüthenorgane sind auch hier durch theilweises Fehlschlagen der einzelnen Quirle metamorphosirter Blattorgane zu erklären; dafür spricht das sehr häufige Vorkommen von Nektarien, am Grunde der Staubfäden (Fig. 631) oder einer allgemeinen drüsigen Anschwellung in dieser Gegend, welche eine Art hypogynischer Scheibe bildet. Der Honigsaft, welcher hier ausgesondert wird, sammelt sich in den Säckchen der beiden größeren Kelchblätter. Der Fruchtknoten besteht bei allen Cruciferen aus vier Karpellen, von denen zwei fast allein die Wandung desselben darstellen, nur daß ihre Ränder sich nicht unmittelbar berühren, sondern jederseits durch eine schmale Leiste getrennt sind (Fig. 632—634). Diese schmalen Leisten entsprechen den beiden anderen Karpellen, an deren innere Fläche der Samenträger, die Axe der Frucht, angewachsen ist; jedoch stellen dieselben sich später scheinbar als die Samenträger selbst dar, indem die Axe sich innigst an sie anschließt. Anfänglich ziemlich kurz, ohne deutlichen Griffel, nur mit einer knopfförmigen Narbe versehen, welche in ihrer ziemlich undeutlichen Zweitheiligkeit den beiden schmalen Karpellen entspricht, wird der Fruchtknoten unmittelbar nach der Befruchtung, noch bevor die Blumenblätter abgefallen sind, stark verlängert, so daß er aus der Blume hervorragt. Hernach gewinnt derselbe eine beträchtliche Ausdehnung, sei es mehr in die Länge, oder sei es mehr in die Breite. In ersterem Falle nennt man die Frucht eine Schote (siliqua), im zweiten ein Schöt-

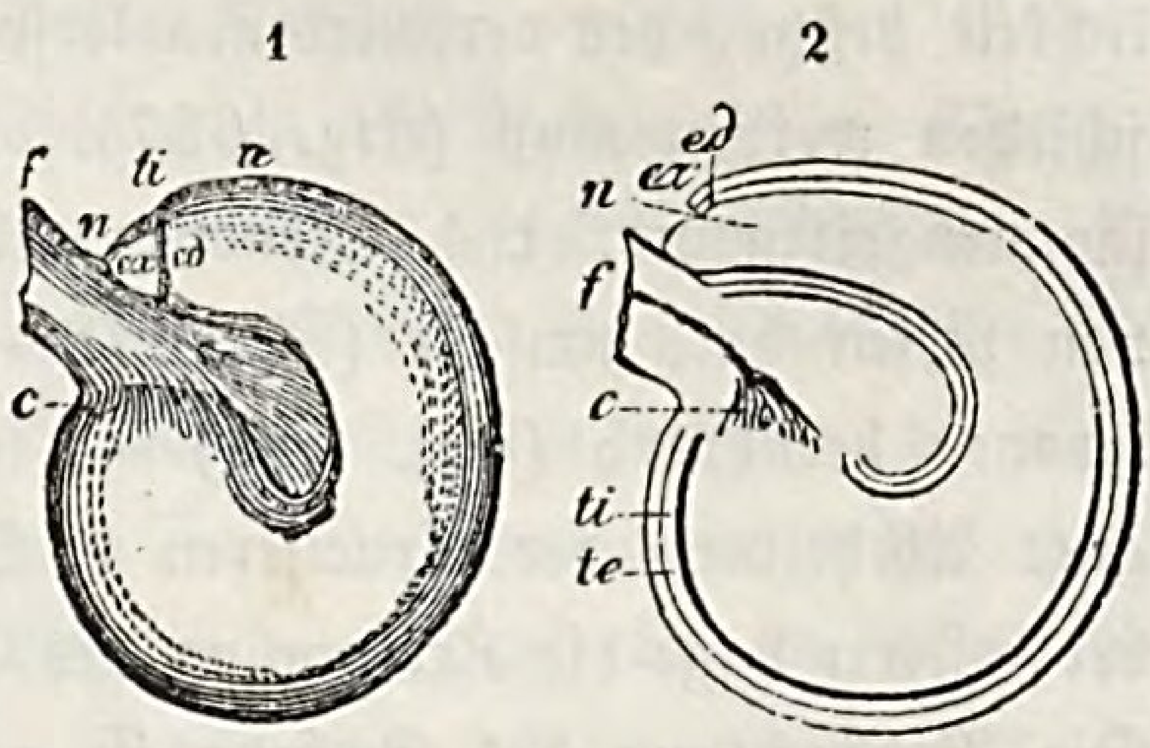


Fig. 636. Vergrößerte Darstellung des gekrümmten Samenknöspchens der Gartenlevkoje (Matthiola annua). *

* 1 Das Samenknöspchen von außen; 2 dasselbe senkrecht durchschnitten. — f Nabelstrang; c Knospengrund; n Knospenkern, Perispermgewebe; te äußere Samendecke; ti innere Samendecke; ed Mikropyle.

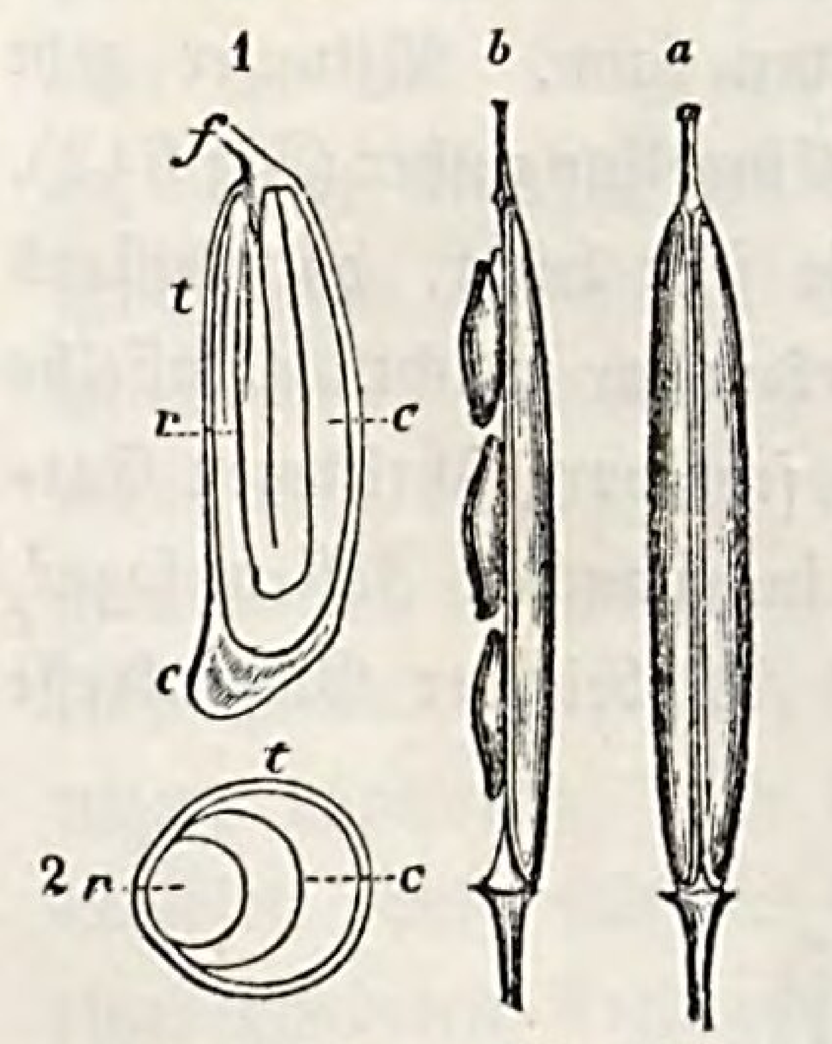


Fig. 638. Fig. 634.

Fig. 634. Die reife Schote der Mauerraute. *

* a Die Schote unversehrt, vor dem Aufspringen; b dieselbe, nachdem das eine Karpell abgenommen ist, um die Samen zu zeigen.

Fig. 638. Das Samenkorn der Mauerraute, vergrößert. *

* 1 Senkrechter Durchschnitt; f Nabel; t Samenschale; c Perisperm; r Würzelchen; c Cotyledonen. 2 Horizontaldurchschnitt; r Würzelchen; c Cotyledonen; t Samenschale.

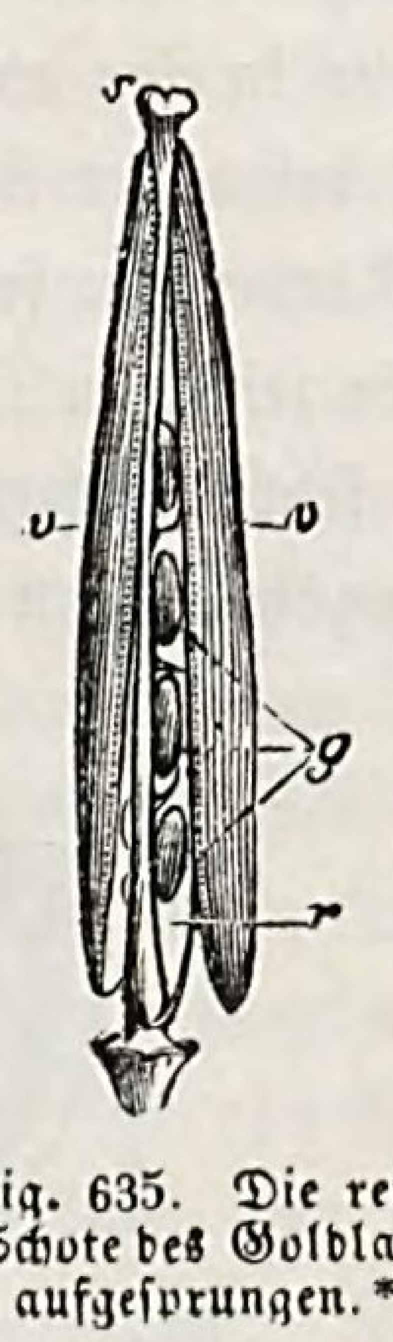


Fig. 635. Die reife Schote des Goldlack, aufgesprungen. *

* v Die losgesprungenen Karpelle; s die Narbe; r der in zwei nur durch dünne Membrane verbundene Seitenleisten getrennte Samenträger nebst den Samen g.

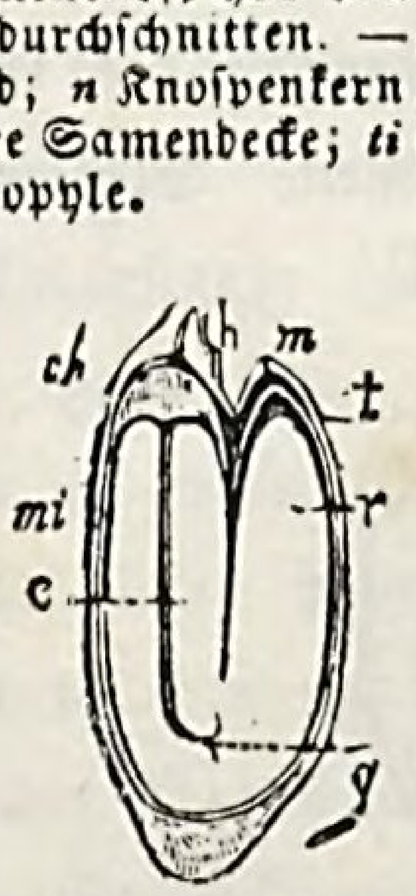


Fig. 637. Senkrechter Durchschnitt des Samenkornes von der goldlackartigen Rauke (Erysimum cheiranthoides), vergrößert. *

* h Nabel; ch Knospengrund, allwo sich ein Theil des Perisperms zeigt; m Mikropyle; t äußere Samendecke; mi innere Samendecke; r Axenorgan des Embryo, die Spitze der Mikropyle zukehrend; g Keimungsknöspchen; c Cotyledonen. Am unteren Theile bemerkt man auch noch einen Theil des Endosperms.

chen (silicula). Letzteres ist stets platt, bald eirund, bald dreieckig in dem Umrisse, welcher der Stellung der mit dem Samenträger verwachsenen Karpelle entspricht. Letztere beiden Karpelle bleiben bei dieser Veränderung in Folge des gemeinsamen Anschlusses an den Samenträger stets in einem gewissen Zusammenhange mit einander, jedoch wird der Samenträger allmählig mehr und mehr zu einer dünnen Membran, welche zwischen ihnen ausgespannt erscheint; diese bildet die Scheidewand der beiden Fächer des Fruchtknotens. Sie verschwindet mitunter theilweise, es gewinnt dann um so mehr den Anschein, als seien ursprünglich zwei wandständige Samenträger vorhanden, welche nur durch eine hautige Verbindung mit einander verwachsen seien. Bei der Fruchtreife trennen sich die beiden deutlichen Karpelle zuerst an ihrem Grunde von der Axe (Fig. 635) und springen somit ähnlich los, wie die beiden Achänen der Umbelliferen, doch fallen sie später auch am oberen Ende ab. Die Samen bleiben noch nach dem Aufspringen an dem Samenträger befestigt, sie stehen an demselben längs der beiden Linien, in welchen derselbe an die schmalen Karpelle angewachsen ist. Die Samenknöspchen, welche ziemlich zahlreich zu sein pflegen, sind stets umgekehrt, so daß die Mikropyle unmittelbar neben dem Nabelpunkte liegt (Fig. 636). Bei der Entwicklung des Embryo wird das Endospermsäckchen gänzlich vom Embryo ausgefüllt, so daß keine Spur eines Endosperms bleibt; dagegen ist das ursprüngliche Zellgewebe des Knospenkernes, das Perisperm (Seite 773), noch zum Theil erhalten geblieben und sogar vermehrt, so daß es ein Gewebe darstellt, welches mit einem Endosperm völligste Aehnlichkeit besitzt, des verschiedenen Ursprungs wegen aber von einem solchen wohl unterschieden werden muß (Fig. 637). Der Embryo liegt im Samenkorne ganz zusammengekrümmt, das Axenorgan bald seitlich an die Cotyledonen gedrängt und von diesen halb umfaßt (Fig. 638—640), bald dagegen die Ränder beider Cotyledonen berührend (Fig. 641) — eine Verschiedenheit, auf welche man eine sehr gute Abtheilung der Cruciferen in kleinere Gruppen gründen kann. Mitunter geht bei ersterer Lage die Krümmung des Embryo in eine wahre Einrollung über (Fig 642). Die Beobachtung des Embryo ist gerade bei dieser Familie sehr leicht, da meistens eine gelbe oder gelbgrüne Farbe dieses Körperchen sehr erkennbar macht. Dasselbe ist bei den Cruciferen, wie schon jene Farbe zeigt, in einem sehr vorgeschrittenen Entwicklungszustande; die Cotyledonen sind sehr blattartig, in manchen Fällen sogar, wie vollkommene Blätter, am Rande gezähnelt, wie z. B. bei der Gartenkresse

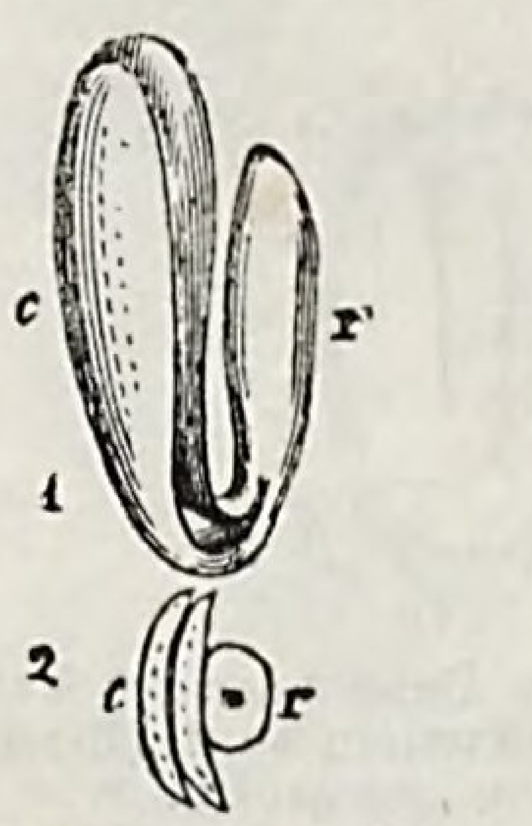


Fig. 639. Der Embryo des Färberwaid (Isatis tinctoria), vergrößert. *

* 1 Der Embryo; r Würzelchen; c Cotyledonen. 2 Horizontaldurchschnitt.

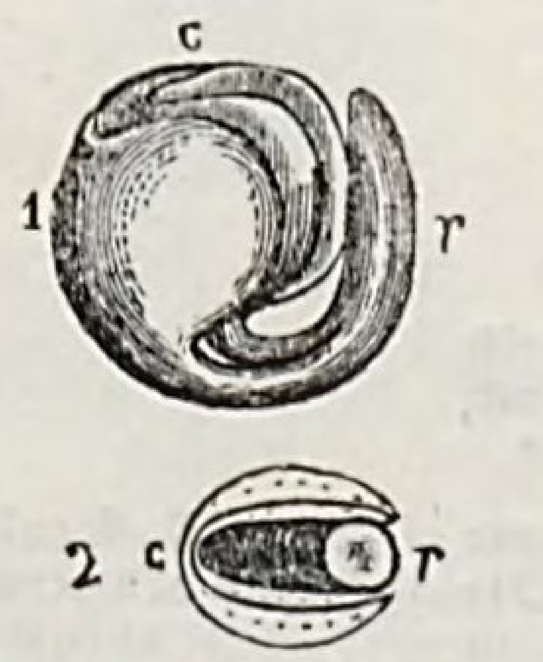


Fig. 640. Der Embryo des gemeinen Kohls (Brassica oleracea), vergrößert.*

* 1 Der Embryo; r Würzelchen; c Cotyledonen. 2 Horizontaldurchschnitt.

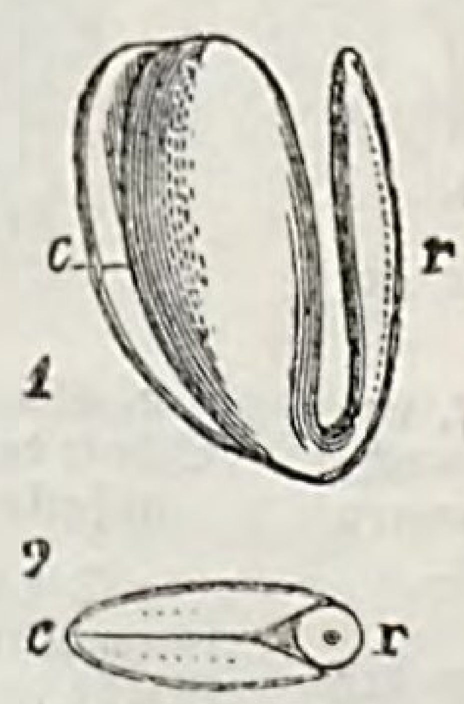


Fig. 641. Der Embryo des gemeinen Goldlack (Cheiranthus cheiri) vergrößert.*

* 1 Der Embryo; r Würzelchen; c Cotyledonen. 2 Horizontaldurchschnitt.



Fig. 642. Der Embryo der orientalischen Zackenschotenpflanze (Bunias orientalis) mit eingerollten Cotyledonen, vergrößert.

(Lepidium sativum). Die schnelle Keimung der Samen der Cruciferen stimmt hiemit ganz überein; auch für diese ist eben die Kresse ein ausgezeichnetes Beispiel, indem die Samen dieser Pflanze nach Verlauf eines Tages nach der Aussaat keimen, wenn man sie im warmen Zimmer in recht feuchtes Erdreich säet. Die harte äußere Samendecke löst sich in der Feuchtigkeit schnell zu einem gelatinosen Schleime auf. — Die Samen der Cruciferen sind stets reich an Oelen, theils fetten, theils ätherischen. Der fetten Oele wegen sind die Rübsamen in vielen durch die Cultur erzielten Varietäten allgemein im Gebrauche; die Zellen des Embryo sind es, welche diese Oele enthalten, deren Menge 30 bis 40 Procente vom Gewichte des reifen Samens beträgt. Die ätherischen Oele der Cruciferen sind schwefel- und stickstoffhaltig (Seite 785) und dienen theils als wichtige Gewürze und allgemein gebräuchliche diätetische Mittel, theils als kräftige Arzneimittel. Wir dürfen nur an den Senf und das Senföl von den Samen des Ackersenfes (Sinapis arvensis) und des weißen Senfes (S. alba) erinnern. — Die Menge des Samens, welchen eine Pflanze erzeugt, ist bei den Cruciferen außerordentlich groß, indem ein einziger Blüthenstand eine sehr große Zahl von Schoten hervorbringt. Beim Ackerbau gewinnt man diese Samenmenge jedoch nur zum Theil, indem die ungleichzeitige Reife der Schoten zur Einerntung zwingt, bevor noch die jüngeren Schoten zur Reife gelangen, weil schon gegen das Ende der Blüthezeit die ältesten Schoten aufzuspringen beginnen.

Die Kreuzblüthler zeichnen sich aus durch die außerordentlichste Fähigkeit zur Bildung von Varietäten, indem sie durch die Einflüsse verschiedenen Bodens, verschiedener Aussaatzeiten, verschiedener Behandlung in der Cultur selber allmählig an ihren verschiedenen Theilen die verschiedensten Formen annehmen können. Die Rüben- und Rettigpflanzen besitzen in vielen cultivirten Varietäten sehr dicke „rübenförmige" Anschwellungen des unterirdischen Axentheiles; in der That aber ist das Monatsradieschen (Raphanus sativus radicula), der große schwarze Rettig (R. s. vulgaris), die nämliche Pflanze, wie der in vielen Gegenden als „Oelsaat" cultivirte dünnwurzelige Oelrettig (R. s. oleiferus); die Mairübe, Futterrübe und Teltowerrübe (Brassica rapa rapifera), die nämliche Pflanze, wie der Sommer- und Winterräpps, auch „Saat" oder Lewat genannt (B. r. oleifera), mit seinen ölreichen Samen. Auch die Pflanze, von welcher eine Varietät die Steckrüben, Boden- oder Unterkohlraben, liefert (Brassica napus rapifera), wird in einer anderen Varietät als Oelsaatpflanze (B. n. oleifera) cultivirt. Die stärkere Entwicklung der Axe im Boden geht Hand in Hand mit einer minderen Erzeugung von Samen. Dabei aber treten oft nicht geringe Mengen von ätherischem Oele in der erzeugten Rübe auf, wie dieses besonders bei den Rettigen, in geringerem Grade bei den Mairüben, sehr stark aber im Meerrettig (Cochlearia armoracia) der Fall ist, dessen unterirdischer Axentheil hiedurch ein kräftiges Würz- und Heilmittel ist. Auch die stärkere Entwicklung der Blätter kommt noch hinzu, um die Zahl der Varietäten zu vermehren, und diese ist mit mangelnder Verlängerung der oberirdischen Axe verbunden. So entstehen durch ungeheure Entwicklung des Parenchymgewebes der Blätter die krausen Braun-, Blatt- oder Winterkohle (Brassica oleracea acephala, Fig. 626) mit noch wenig verkürzter Axe, dann aber die Kopfkohle, Kabis, Wirsingkohle u. s. w. (Br. ol. capitata)

mit völlig kurz bleibender Axe aus der nämlichen Pflanzenart, aus welcher andererseits durch starke Entwicklung der Axe über dem Boden die Oberkohlraben (Br. ol. gongylodes) gebildet werden. Ja, die nämliche Pflanzenart besitzt in einer andern Varietät eine fleischig zartzellige Entwicklung und Verwachsung der Axenorgane des ganzen Blüthenstandes, bei völliger Verkürzung der Hauptaxe und völligem Fehlschlagen der Blüthen selbst. Dieses ist der Blumenkohl (Br. ol. botrytis). Auch die Blüthen selbst sind mannigfachen Mißbildungen unterworfen. Bei dem dornigen Steinkraute (Alyssum spinosum) ist es eine regelmäßige Erscheinung, daß Blüthenstiele in Dornen auslaufen — eine Verkümmerung, welche trotz aller Verschiedenheit der Form mit dem Fehlschlagen der Blüthen beim Blumenkohle gewisse Verwandtschaft besitzt. Bei den Levkojen und Goldlack kommen „doppelte“ Blüthen vor, d. h. solche, bei welchen die Staubfäden sich als Blätter, den Kronenblättern völlig gleich, entwickelt haben; ja die bekannten Winterlevkojen geben ein Beispiel andauernder Fortentwicklung der Blüthenaxe ohne Bildung eines Fruchtknotens und mit fortwährender Erzeugung von Blättern, welche die Beschaffenheit der Kronenblätter haben, jedoch an ihrem unteren Theile ein wenig grün gefärbt sind. So wächst bei dieser Levkojenvarietät die Blume selbst immer fort, während die älteren Blumenblätter allmählig bei der Entfaltung der jüngeren abfallen und eine lange mit vielen Narben bedeckte Axe zurücklassen. — Um vollends die Vielgestaltigkeit der Cruciferen noch zu vermehren, kommt zu jener Neigung zu abnormer Ausbildung einzelner Organe noch die Fähigkeit zur Erzeugung von Bastarden. Es gelingt bei keiner Pflanzenfamilie so leicht als bei dieser, die künstliche Befruchtung einer Art durch eine andere Art, indem man mit dem Pollen der letzteren die Narben der ersteren bestäubt. Man hat auf diese Weise eine Menge von eigenthümlichen Mischlingsarten erzielt, deren regelmäßige Fortpflanzung durch Samen gelingt, wenn die künstliche Befruchtung durch einige Generationen hindurch wiederholt wird. Eine andere Fortpflanzung als durch Samen ist bei solchen ein- und zweijährigen Pflanzen nicht möglich. Das Zahnkraut (Dentaria bulbifera) allein besitzt neben dieser Fortpflanzung auch noch die durch Bulbillen oder Zwiebelknospen, welche sich in den Achseln der Blätter bilden.

Die cultivirten Cruciferen variiren sehr häufig auch in der Farbe ihrer Blätter und anderer Theile. Während der wilde Kohl grüne Stengel und Blätter besitzt, ist der Braunkohl dunkel blauroth gefärbt, der Kopfkohl bald bläulich blutroth, bald aber fast weiß, nur ganz schwach grün, und während die grüne Farbe bei der Kopfbildung nur an den äußeren, dem Lichte ausgesetzten Blättern erscheint, im „Herzen“ dagegen die gelblich weiße Farbe, oder richtiger Farblosigkeit, herrscht, so zeigt die rothe Farbe sich auch bei den innersten Blättern und zwar bald nur in den oberflächlichen Schichten, bald auch in den inneren Theilen des Gewebes derselben. Auch bei den Rüben zeigt sich über dem Boden oft die grüne oder violette Farbe, während im Boden weiß ihre gewöhnlichste Färbung ist, bei der Steckrübe gelbroth, beim Radieschen blauroth und beim großen Rettig schwarz. Die Stoffe und Bedingungen dieser Farben sind noch so gut wie ganz unbekannt. Die Waidpflanze (Isatis tinctoria), welche ebenso wie einige Polygoneen (Seite 916) eine farblose Substanz, das Indigweiß, enthält, welches an der Luft in Indigblau übergeht, wurde seit den ältesten Zeiten in ausgedehntestem Maße zur Blaufärberei benutzt,

während dieselbe gegenwärtig durch die Indigopflanze fast ganz verdrängt ist. — Die Kohlblätter bedecken sich mit einer Firnißlage, welche großentheils aus Wachs besteht. Durch die Wachskörnchen sieht der blaue Kohl oft weißlich „bereift" aus. Es gelingt nicht schwer, von einem Kohlblatte nach längerer Einweichung in Wasser den Firnißüberzug wie eine sehr zarte Haut abzuziehen, und man sieht unter dem Mikroskope in diesem Häutchen nicht allein oft netzförmige Zeichnungen, welche den Zusammenfügungen der Oberhautzellen nachgeformt sind, sondern auch die Oeffnungen, welche den Stomaten entsprechen und die vollkommenste Nachformung der auf der Oberhaut befindlichen Härchen (Fig. 643). Bei einigen Cruciferen findet man Härchen von besonders zierlicher Bildung, oft verästelt und gleichwohl nur aus einer einzigen Zelle bestehend (Fig. 644). Häufig sind diese Härchen Drüsen (Fig. 645).

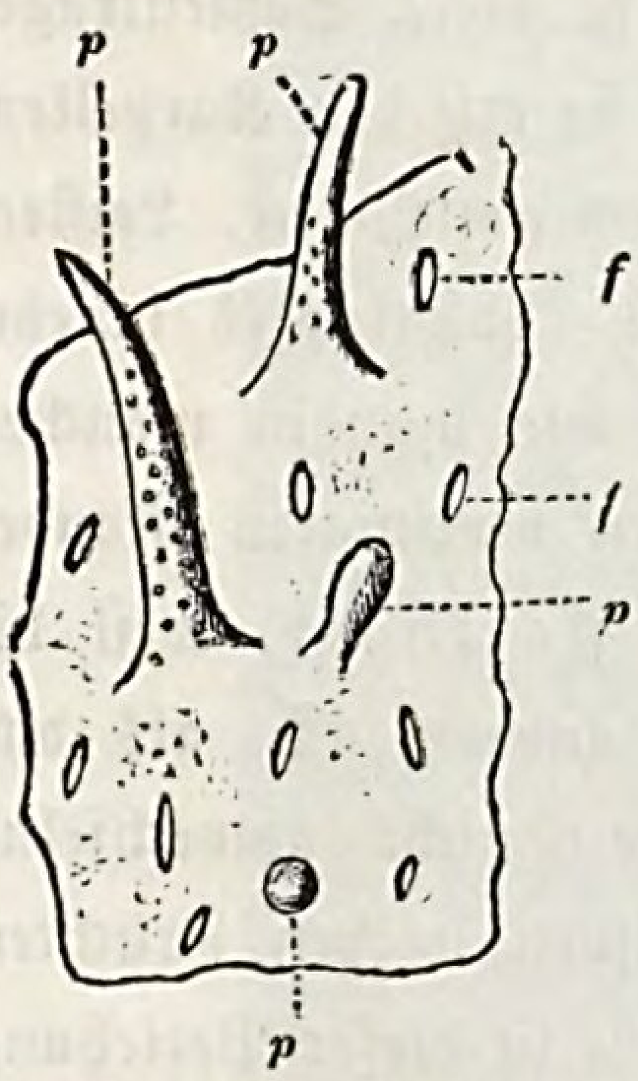


Fig. 643. Ein Stück des Firnißhäutchens, welches durch Einweichung eines Kohlblattes von diesem abgelöst wurde. *pppp* Ueberzüge von Haaren in verschiedenen Graden ihrer Entwicklung; *ff* Stomate.

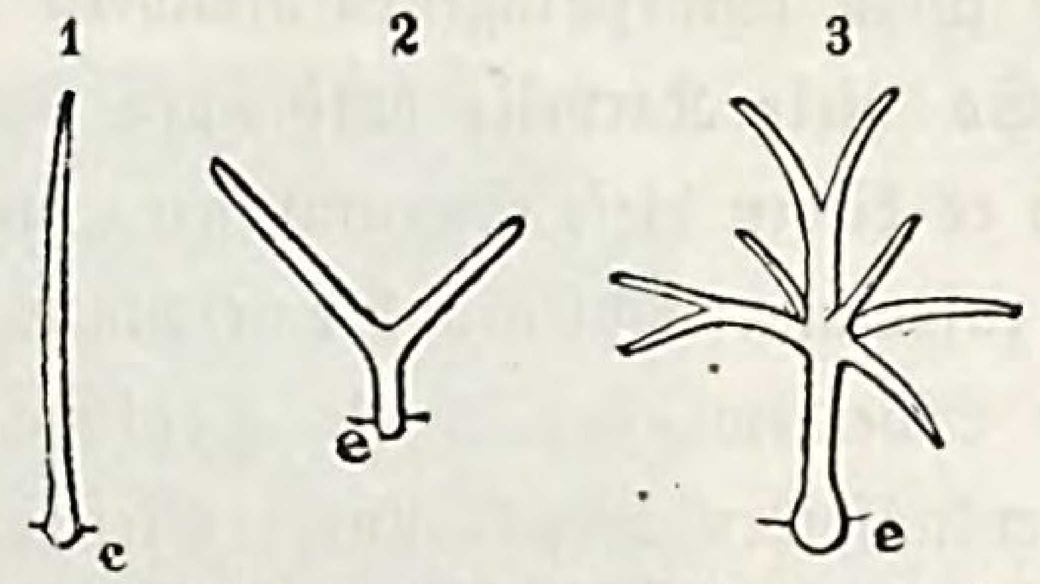


Fig. 644. Vergrößerte Darstellung von einzelligen Härchen verschiedener Cruciferen.*

* 1 Einfaches; 2 gabliges Härchen vom Sophienkraute (Sisymbrium sophia); 3ästiges Haar von dem Blatte der Alpengänsekresse (Arabis alpina).



Fig. 645. Ein Drüsenhaar aus einer einzigen Zelle bestehend, von dem Blatte des chilensischen Sisymbrium (Sisymbrium chilense), vergrößert.

Dem Aberglauben zu begegnen verdient es Erwähnung, daß die sogenannte Jerichorose (Anastatica hierochuntica), ein vieljähriges Cruciferenpflänzchen der dürren Gegenden Palästina's und Aegyptens, dessen Aeste sich durch die Ausdörrung kugelig zusammenkrümmen, seine früher zu Wahrsagereien mißbrauchte Beweglichkeit keiner andern Eigenschaft verdankt, als der Hygroskopicität (Seite 646), indem die Aeste, angefeuchtet, sich durch Einsaugung der Feuchtigkeit wieder in ihre frühere Lage strecken.

Durch die ätherischen Oele, welche mehr oder weniger alle Theile der kreuzblüthigen Pflanzen zu durchdringen pflegen, sowie durch einen sehr reichlichen Gehalt an stickstoffhaltigen Substanzen sind die Gewächse dieser Familie als Speise für den Menschen, sowie als Viehfutter von großer Wichtigkeit. Sie enthalten eine große Menge von solchen Substanzen, welche im Körper der Thiere unmittelbar zur Blutbildung dienen können. Verfaulend verbreiten sie die übelsten Düfte, welche denen verfaulender Thierstoffe in hohem Grade ähneln. Die cultivirten Cruciferen, besonders die Kohle und Rüben, sind als Kalipflanzen bekannt; ihre Asche enthält hauptsächlich schwefelsaures Kali.

Vorzugsweise die gemäßigten Zonen, besonders aber die nördliche und zumal der europäischen Gegenden derselben, sind reich an Cruciferen; sie bilden hier von den Samenpflanzen ungefähr den achtzehnten Theil der Arten. Selbst in der kalten Zone sind sie noch weit zahlreicher, als in der heißen. —

Die Familie der Papaveraceen (Papaveraceæ), oder der Mohngewächse im engern Sinne, ist der vorigen sehr nahe verwandt. Das Schöllkraut (Cheli-

donium) schließt sich in der That sehr nahe an dieselben an und dieses ist wieder durch den Hornmohn (Glaucium) sehr innig mit den wahren Mohnen (Papaver) verbunden. Wir finden hier stets nur zwei Kelchblätter, welche obendrein beim Aufbrechen der Blüthe abfallen. Die Kronenblätter, vier an der Zahl, liegen in der Knospe „zerknittert-gefaltet." Sehr zahlreiche Staubfäden hinterlassen, wenn sie abfallen, einen mit Narben bedeckten Ringwulst unter dem Fruchtknoten. Bei den „gefüllten" Gartenmohnen kann man mit vollster Deutlichkeit alle Uebergänge zwischen Kronenblättern und Staubfäden beobachten und sich von der Identität beider Arten von Blüthenorganen überzeugen. Der Fruchtknoten hat beim Schöllkraute viele Aehnlichkeit mit dem der Cruciferen. Beim Mohne ist er der bekannte Mohnkopf (Fig. 646). Dieser ist aus zahlreichen — vier bis zwanzig — Karpellen gebildet, deren Spitzen mit ihren umgeschlagenen Rändern eine der seltsamsten Narbenformen darstellen. So viele Karpelle vorhanden sind, so viele Samenträger enthält der Mohnkopf, und es bilden diese Samenträger, indem sie mit den Karpellen, in deren Achsel sie stehen, zusammenwachsen und eine platte Form annehmen, Leisten, welche, wie unvollständige Scheidewände, in die Höhlung des Mohnkopfes hineinragen und ganz mit Samenknöspchen bedeckt sind. Dieselben, wie man in manchen Schriften gethan hat, anzusehen als die einwärts geschlagenen vereinigten Ränder von je zweien Karpellen, ist schon aus dem Grunde nicht statthaft, weil die einzelnen Lappen der Narbe, deren jede augenscheinlich nichts anderes ist, als das zurückgeschlagene Ende eines Karpelles, mit den Scheidewänden nicht abwechselnd stehen. Ganz anders verhält sich die Stellung der Samenknospen in den Früchten der Butomeen (Seite 805), welche meistens mit den Mohnköpfen in dieser Beziehung verglichen werden. Bei diesen nämlich sind wirklich die Säume der Karpelle einwärts geschlagen, um vollständige, meistens auch ganz getrennte, Fruchtfächer zu bilden, und die Samenknöspchen stehen auf sehr vielen, äußerst zarten Verästelungen von achselständigen Samenträgern, welche ganz an die innere Fläche der Karpelle angewachsen sind (Fig. 647) und auf dieser nur als feine vorragende Linien, den Blattadern ähnlich, erscheinen, als Blattadern aber wegen ihrer Verästelung bei jenen paralleladerigen Pflanzen nicht angesehen werden können. — Das Samenknöspchen des Schöllkrautes diente uns schon früher (Seite 772) als Beispiel der Entwicklung umgekehrter Samenknöspchen (Fig. 648). Die Zahl der Samen ist beim Mohne ungeheuer groß. Bei allen Papaveraceen ist ein Endosperm vorhanden und der Embryo ungekrümmt. Eigenthümlich ist die Fruchtöffnungsweise des Mohnkopfes; es entsteht nämlich unter jeder Narbe ein Loch durch Schwinden des Zellgewebes an dieser Stelle in Folge der ungleichen Entwicklung des dort angewachsenen Samen-



Fig. 646. Der Fruchtknoten des Schlafmohnes (Papaver somniferum). *

* o Fruchtknoten; s sternförmiger Schild der Narben.

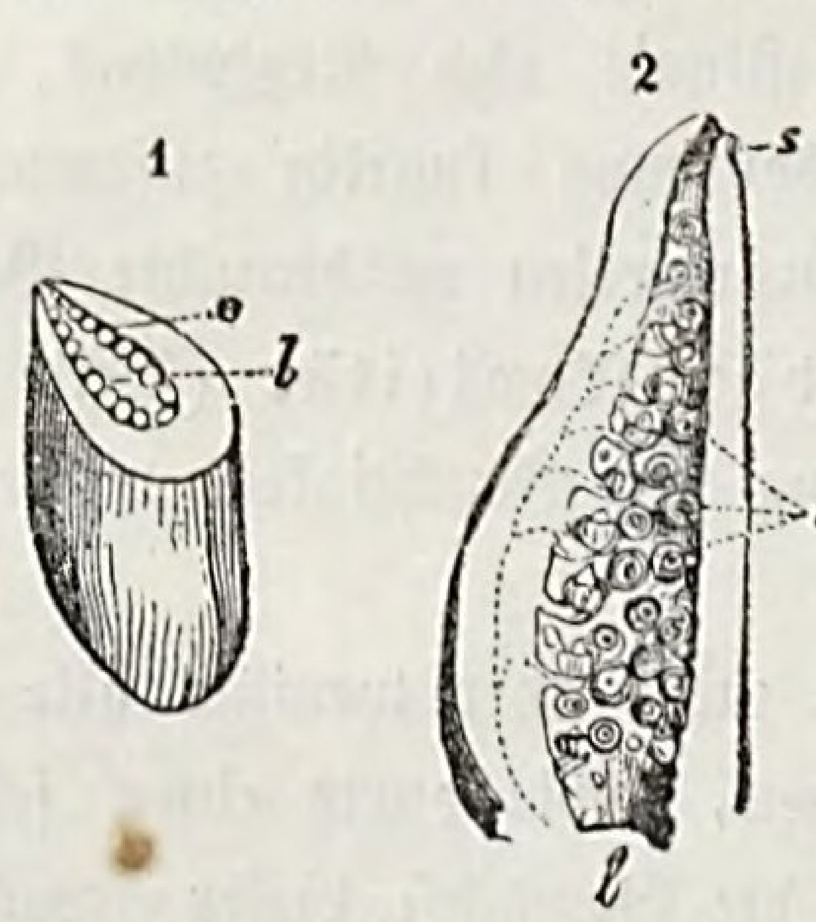


Fig. 647. Die Samenstellung bei den Butomeen, welche derjenigen des Mohnes fälschlich verglichen worden ist. *

* 1 Ein Fruchtknoten, aus einem Karrelle gebildet, horizontal durchschnitten; l Fruchtfach; o Samenknösrchen an wandständigem Samenträger. 2 Der Fruchtknoten senkrecht durchschnitten; l Fach; s Narbe; o Samenknösvchen auf verästeltem, angewachsenen Samenträger.

trägers und des Karpells. Die Samen des Mohnes sind sehr reich an fettem Oele, dessen sie 47 bis 50 Procente enthalten, und welches keine der schädlichen Eigenschaften theilt, welche andern Theilen der Pflanzen zukommen.

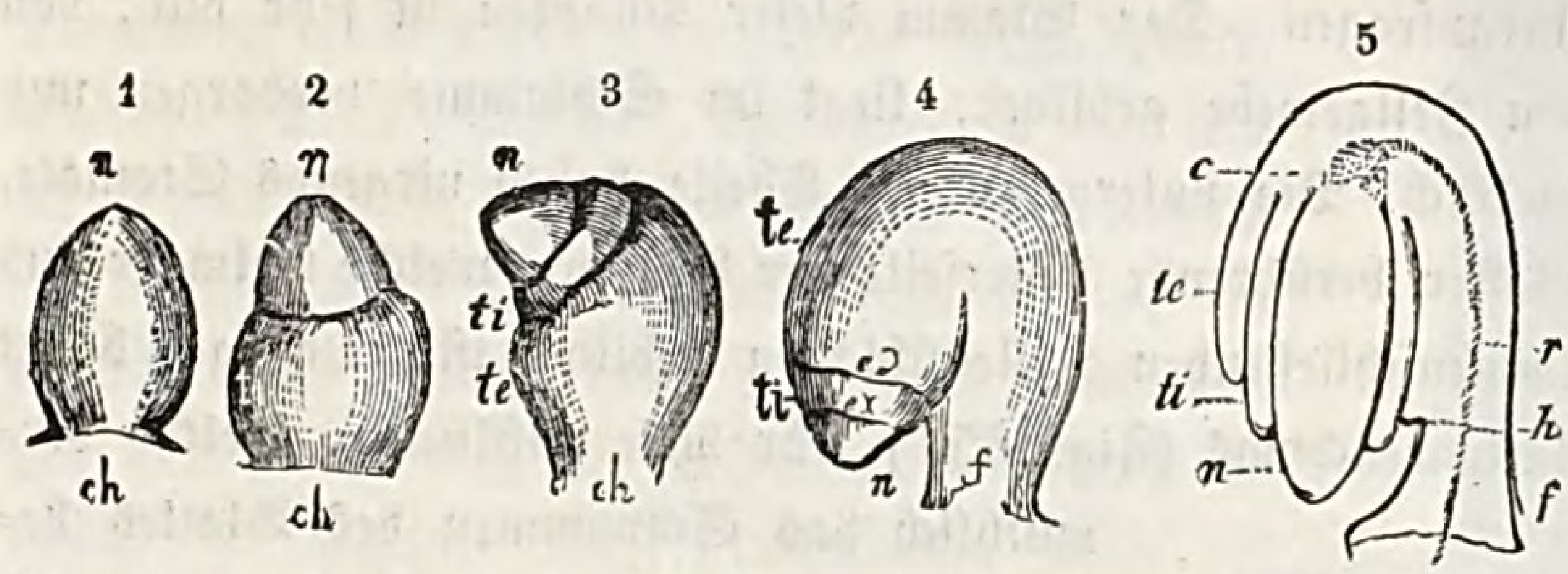


Fig. 648. Die Entwicklung und Umkehrung des Samenknöspchens des Schöllkrautes (Chelidonium majus).

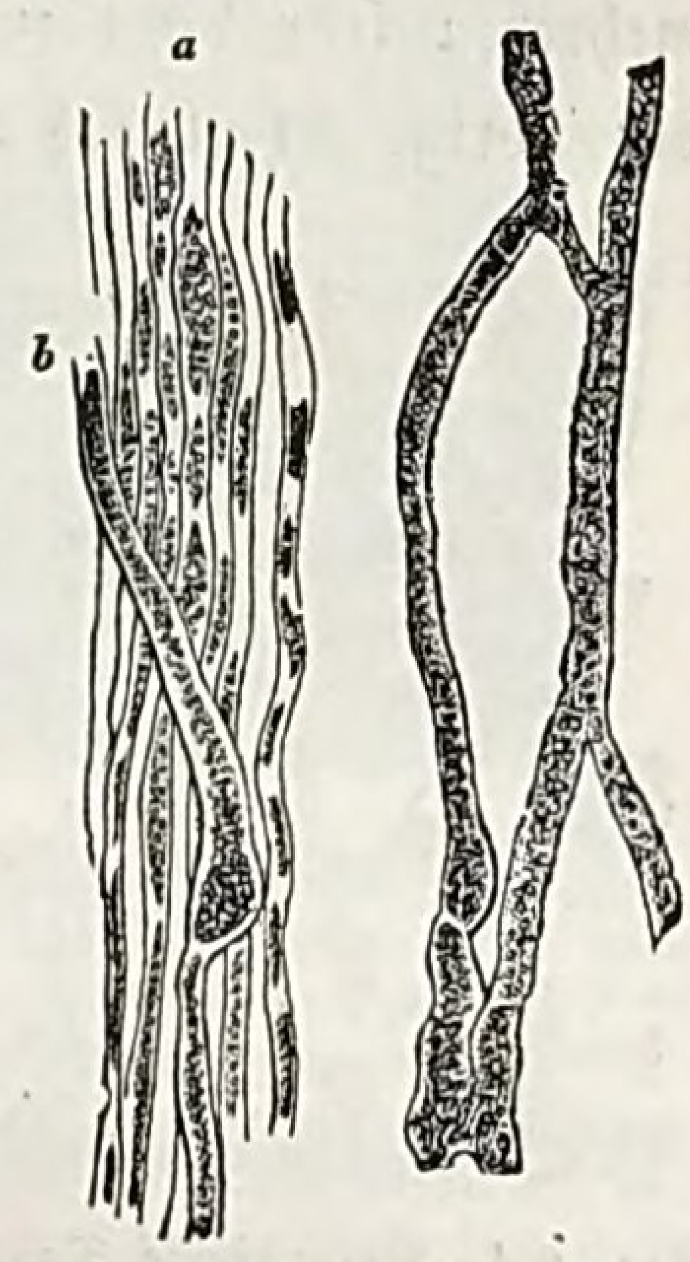


Fig. 649. Vergrößerte Darstellung von Milchsaftgefäßen des Schöllkrautes (Chelidonium majus).

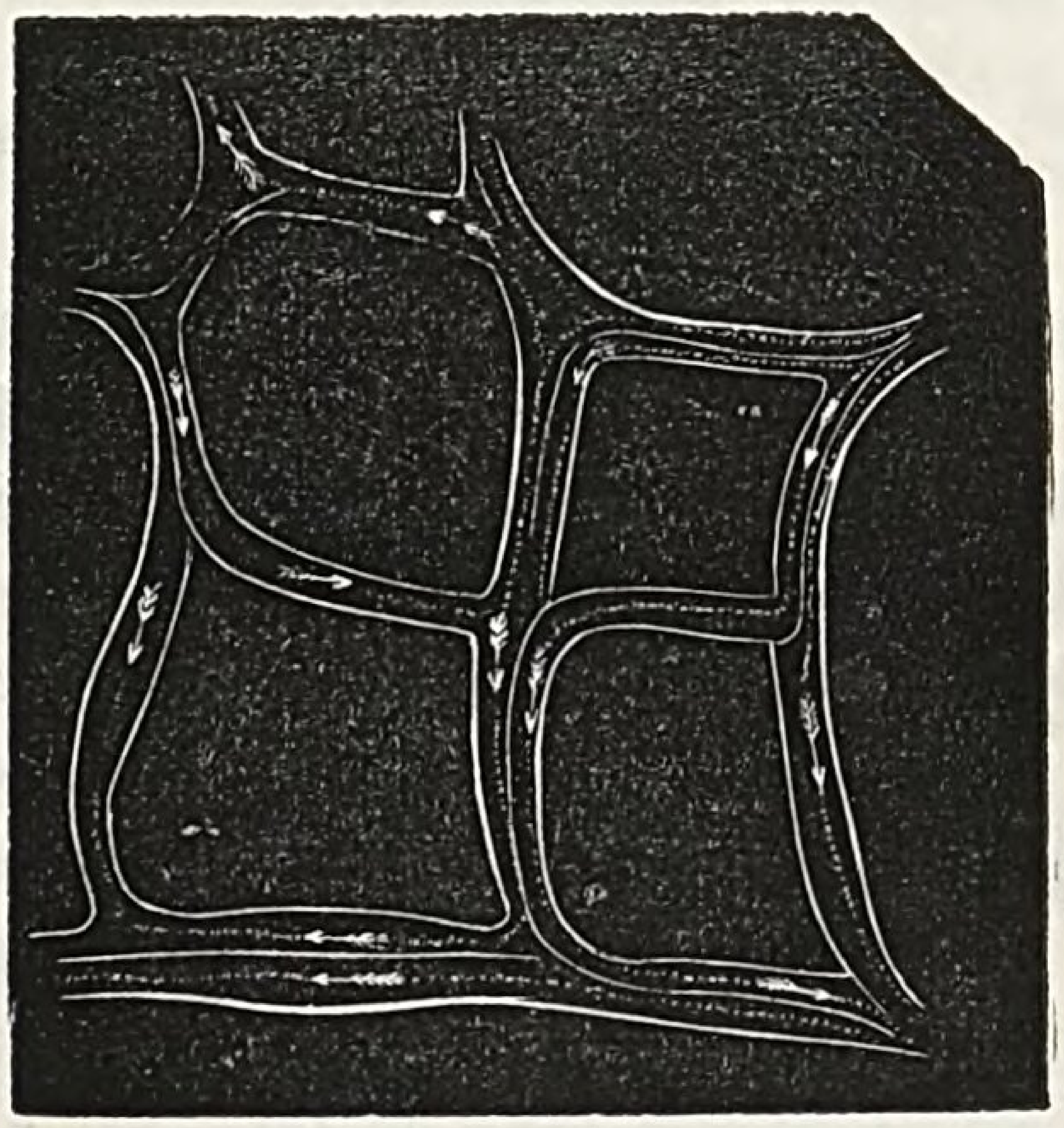


Fig. 650. Vergrößerte Darstellung eines netzförmig verbundenen Gewebes von Milchsaftgefäßen des Schöllkrautes. Die Pfeile deuten die beobachtete Richtung von Saftströmungen an.

Die Familie der Papaveraceen ist bekannt wegen ihres Milchsaftes — beim Mohne ist dieser weiß, beim Schöllkraute orangegelb. Man bemerkt dieselben in allen grünen Theilen, selbst in den Karpellen. Die Abbildung der Milchsaftgefäße des Schöllkrautes und der Bewegung des Milchsaftes in denselben (Fig. 649 u. 650) diente uns schon früher zur Erklärung dieses noch so wenig bekannten Theiles des Organismus der höheren Pflanzen. Der Saft des Mohnes bildet, an der Luft eingetrocknet und braunschwarz geworden, das bekannte Opium, ein wichtiges Arzneimittel. Derselbe enthält Kautschuk und mehrere sehr kräftige narkotische Pflanzenalkaloide, das Meconin, Codein, Narcotin und Morphin. Die Quantität aller dieser Substanzen wechselt sehr, je nach den klimatischen und manchen anderen Verhältnissen, unter welchen eine und dieselbe Pflanzenart wuchs. Im Safte des Schlafmohnes fand man bei verschiedenen Untersuchungen bald kaum drei, bald dagegen zwanzig Procente Morphin, bald anderthalb, bald dreiunddreißig Procente Narcotin und zwei bis 6 Procente Kautschuk.

Bemerkenswerth ist es, daß beim Mohne, wie bei sehr wenigen andern Dicotyledoneen, die Stellung der Gefäßbündel im Stengel nicht die gewöhnliche kreisständige Anordnung zeigt, welche die Dicotyledoneen charakterisirt, sondern vielmehr die zerstreute Anordnung der Monocotyledoneen.

Die Familie der Nymphrosen oder Seerosen (Nymphæaceæ) umfaßt jene schönen Pflanzen, deren große, lederartig dicke, schildförmige Blätter auf stillen Gewässern schwimmen, während dieselben durch lange Stiele aus dem Grunde, oft aus bedeutender Tiefe, heraufragen. Der Stamm dieser Pflanzen ist sehr dick, von weichem, stärkemehlreichem Zellgewebe gebildet, liegt im Schlamme verborgen und verästelt sich in diesem vielfach. Die untergetauchten Theile haben nirgends Stomate, eben so wenig die das Wasser berührende Unterseite der Blätter, welche vielmehr aus mehreren sehr dicht zusammenschließenden Zellenschichten gebildet ist. Dagegen besitzt der übrige Theil des Blattparenchyms (Fig. 651) sehr viele Luftlücken, welche vermuthlich das Schwimmen des Blattes bewirken, und die obere Fläche hat ziemlich viele Spaltöffnungen. — Die Blüthe der weißen Seerose (Fig. 652) zeigt ausgezeichneter als irgend eine andere einheimische Pflanze den allmähligsten Uebergang der Blattorgane von den außen grünen, auf der inneren Seite aber weißen Kelchblättern zu den weißen und etwas schmaleren Kronenblättern, und von diesen, welche in sehr zahlreichen Quirlen oder vielmehr auf einer sehr vielfach und in engen Windungen um die Axe verlaufenden Spirale stehen und dabei allmählig eine

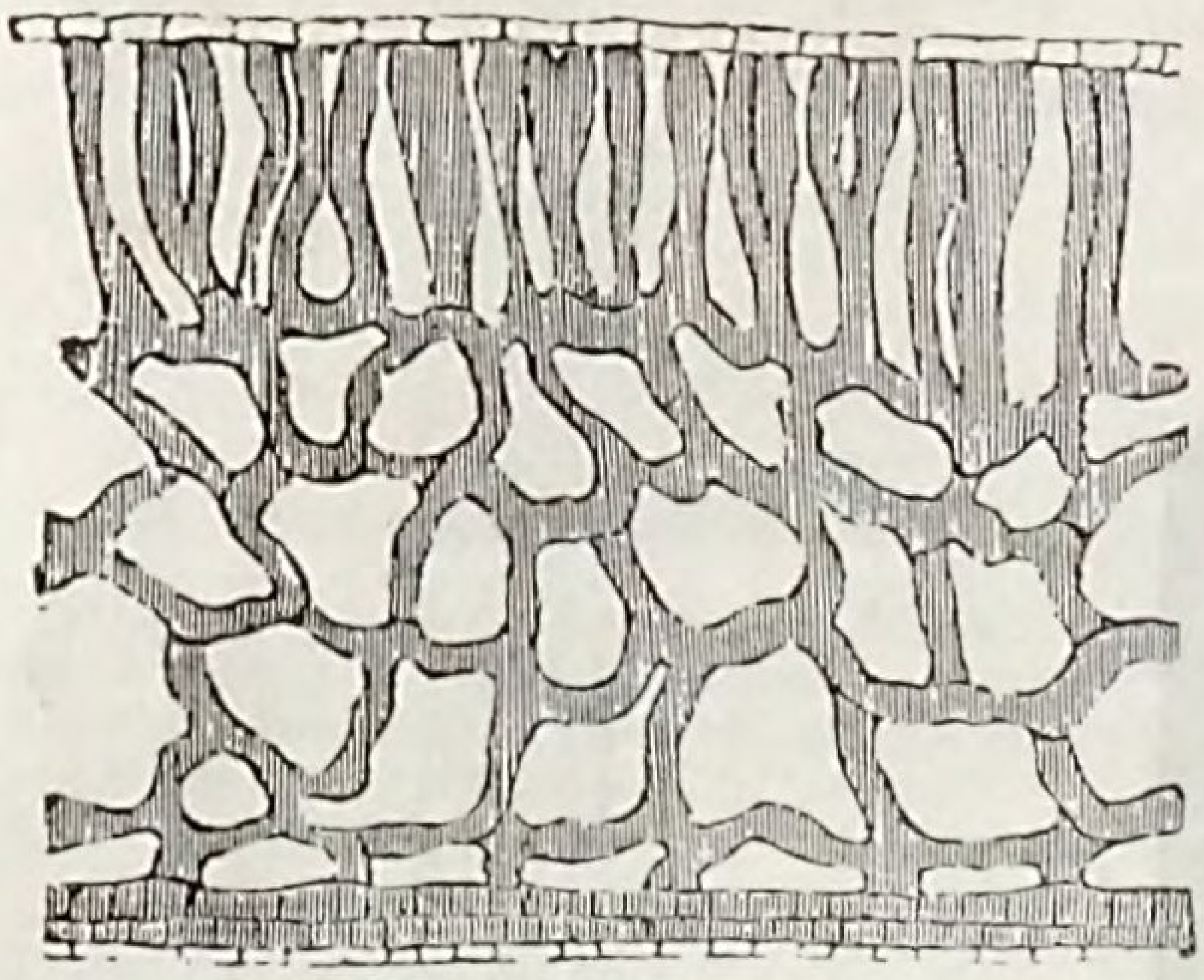


Fig. 651. Vergrößerte Darstellung eines Theiles des senkrechten Durchschnittes durch das Blatt einer gelben Seerose (Nuphar luteum). *

* *a* Dichte Zellenlagen der unteren Blattseite; *b* lockeres Zellgewebe mit Luftlücken; *c* Oberhaut der oberen Blattseite.

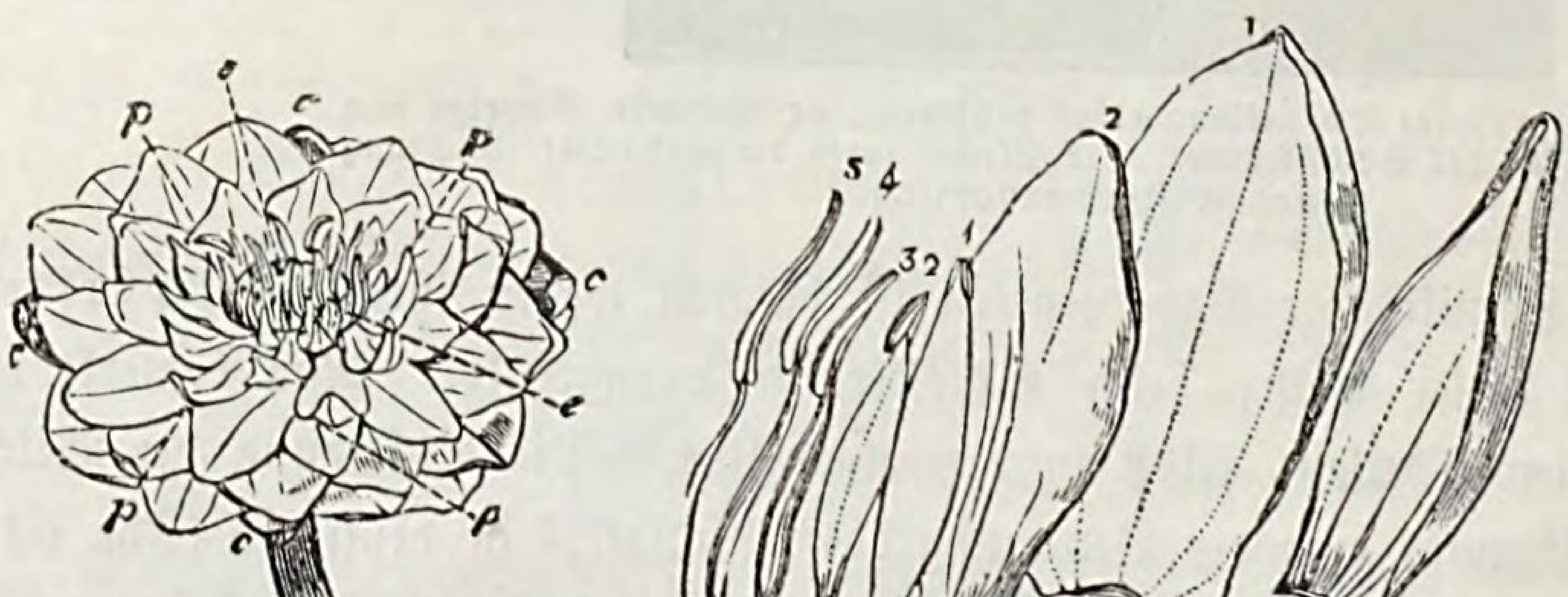


Fig. 652. Die Blüthe der weißen Seerose (Nymphæa alba), die ganze Blüthe 1/4 d. nat. Gr., daneben die einzelnen Blattorgane der Blüthe 1/2 d. nat. Gr. in ihrer verschiedenen Form, um die allmählige Metamorphose zu zeigen. — *c* Kelchblätter; *p* Kronenblätter; *e* Staubfäden.

immer schmalere Form annehmen, zu den Staubfäden, von denen die ersten noch völlig blattförmige Filamente haben, während die letzten ganz schmale Fäden sind. Auch setzen die ebenfalls sehr zahlreich vorhandenen Staubfäden die Spirallinien der Kronenblätter ganz unmittelbar fort, so daß eine Grenze zwischen beiden kaum anzugeben ist. Deutlich geht aus diesem Beispiele zugleich hervor, daß die Filamente den Kronenblättern zu vergleichen und Phyllodien sind, während die Antheren eigentlichen Blattspreiten entsprechen. — Die Bildung des Fruchtknotens stimmt bei dieser Familie ganz mit der des Mohnes überein, sowohl was die Form und Narbenbildung, als auch was die Stellung der Samenträger und der Samenknospen anbetrifft. Die Samen zeigen hier den höchsten Grad der Vollständigkeit

aller Theile, welche bei einem Samenkorne vorkommen können (Fig. 653), indem sich außer den beiden Samendecken äußerlich noch eine, ihrer Bedeutung nach der Muskatblüthe vergleichbare, Samenhülle entwickelt, und innerlich nicht nur ein Endosperm („inneres Eiweiß") innerhalb des Keimsäckchens gebildet wird, sondern auch ein beträchtliches Perisperm („äußeres Eiweiß") aus dem Zellgewebe des ursprünglichen Knospenkernes hervorgeht. Der Fruchtknoten wird bei der Reife fleischig, beerenartig, und um die Samen bildet sich in demselben ein Zellenbrei. Die Samen dieser und vieler anderer Wasserpflanzen verlieren ihre Keimfähigkeit, wenn dieselben nicht unmittelbar aus der Frucht in das Wasser gelangen. Es gelang aus diesem Grunde nur durch augenblickliche Einhüllung der gewonnenen Samen in nassen Schlamm die Cultur derartiger Gewächse für die botanischen Gärten, besonders bei der, in Europa noch sehr seltenen, Riesenseerose (Victoria regia) der Ströme Südamerika's, der größten aller bekannten Pflanzen, was den Umfang der Blätter (sechs Fuß) und der Blüthen anbetrifft. — Mit den Nymphäaceen sind sehr nahe verwandt, die ganz ähnlich wachsenden Pflanzen, welche die Familie der Nelumboneen (Nelumboneæ) und die der Cabombeen (Cabombeæ) bilden, und welche sich nur durch die Fruchtbildung von jenen einigermaßen unterscheiden.

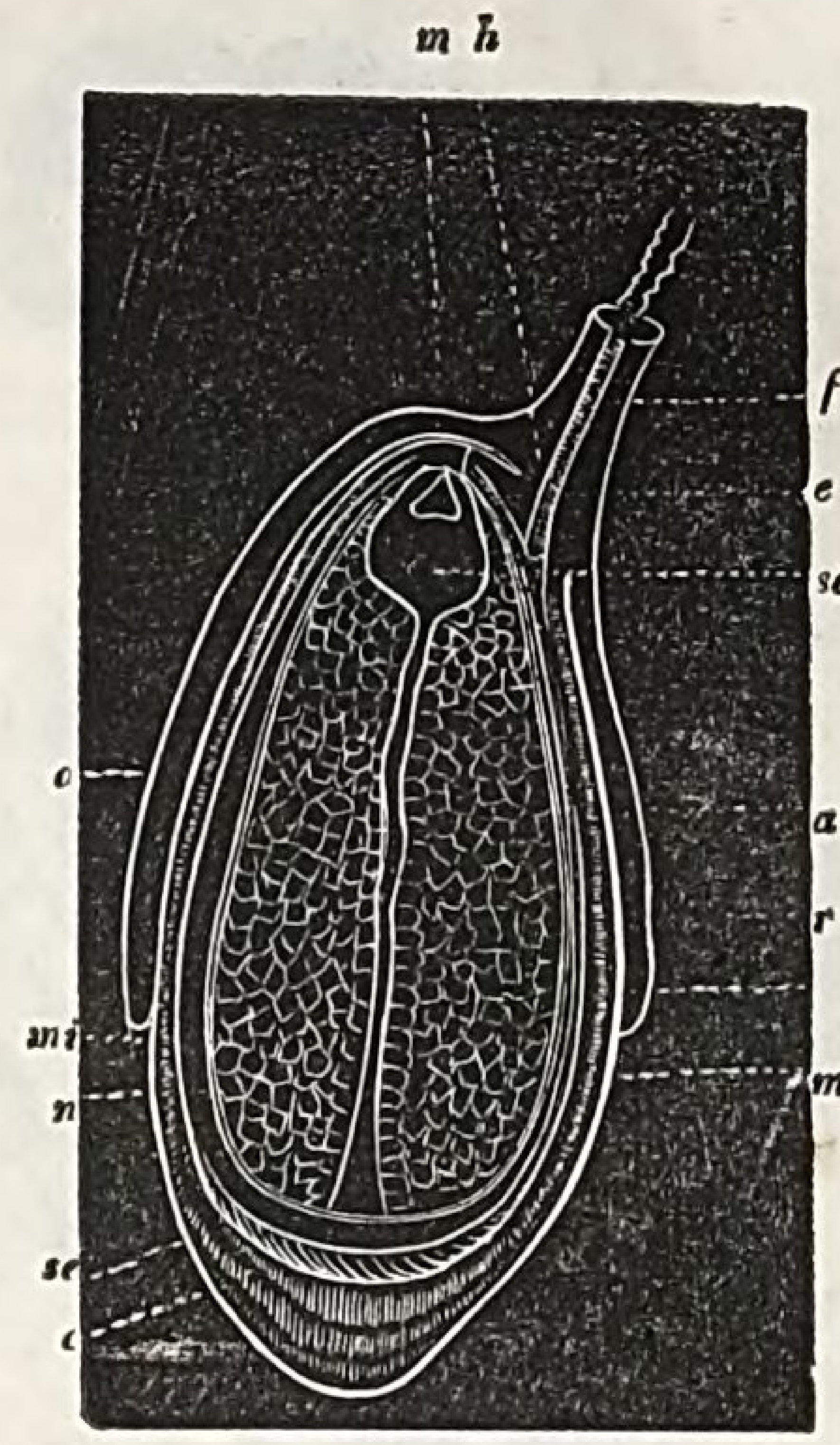


Fig. 653. Vergrößerte Darstellung des senkrechten Durchschnittes durch das Samenkorn der weißen Seerose, als Beispiel der vollständigsten Bildung eines Samens im Pflanzenreiche. *

* *f* Nabelstrang; *h* Nabelpunkt; *r* die Naht, Nabellinie an der Samenknospe; *c* der Knospengrund der Samenknospe, welche sich völlig umgekehrt hat; *m* Mikropyle; *a* die äußere, vom Nabelstrange nachgewachsene Samenhülle, welche das Samenkorn bis zur Hälfte umhüllt; *t* die Samenschale, aus der äußeren Samenknospendecke gebildet; *mi* innere Samenhaut, aus der inneren Samenknospendecke gebildet; *n* Perisperm, aus dem Gewebe des Knospenkernes gebildet; *se* Endosperm, im Keimsäckchen gebildet; *e* Embryo, im Endosperm eingebettet.

Siebenzehnte Ordnung.

Die Violen. Cistifloræ.

Fünfzählige, theils regelmäßige, theils unregelmäßige Blüthen und ganz schmale „wandständige" Samenträger charakterisiren eine große Menge von Pflanzen, welche sich in vieler Beziehung ähnlich sind, jedoch in eine Anzahl von Familien gesondert werden müssen. Die Familie der Veilchen (Violaceæ) enthält Pflanzen mit ausgezeichnet unregelmäßigen Blüthen. Das gemeine Duftveilchen und das dreifarbige Veilchen (Fig. 654) sind allbekannte Beispiele, an welchen der Bau derselben vorzüglich gut studirt werden kann. Von den Kronenblättern ist das eine mit einem Spornsacke versehen. Die Staubfäden (Fig. 655) sind gekrümmt mit sehr geringen Filamenten, die Antheren mit blattartig entwickeltem Connektiv, welches über den Fächern eine Art Kapuze bildet und mit anderen seltsamen Anhängseln versehen, z. B. an zweien derselben mit einem Spornanhängsel (a), welches sich in den Sporn des Kronenblattes hinein erstreckt. Der Fruchtknoten besteht aus dreien

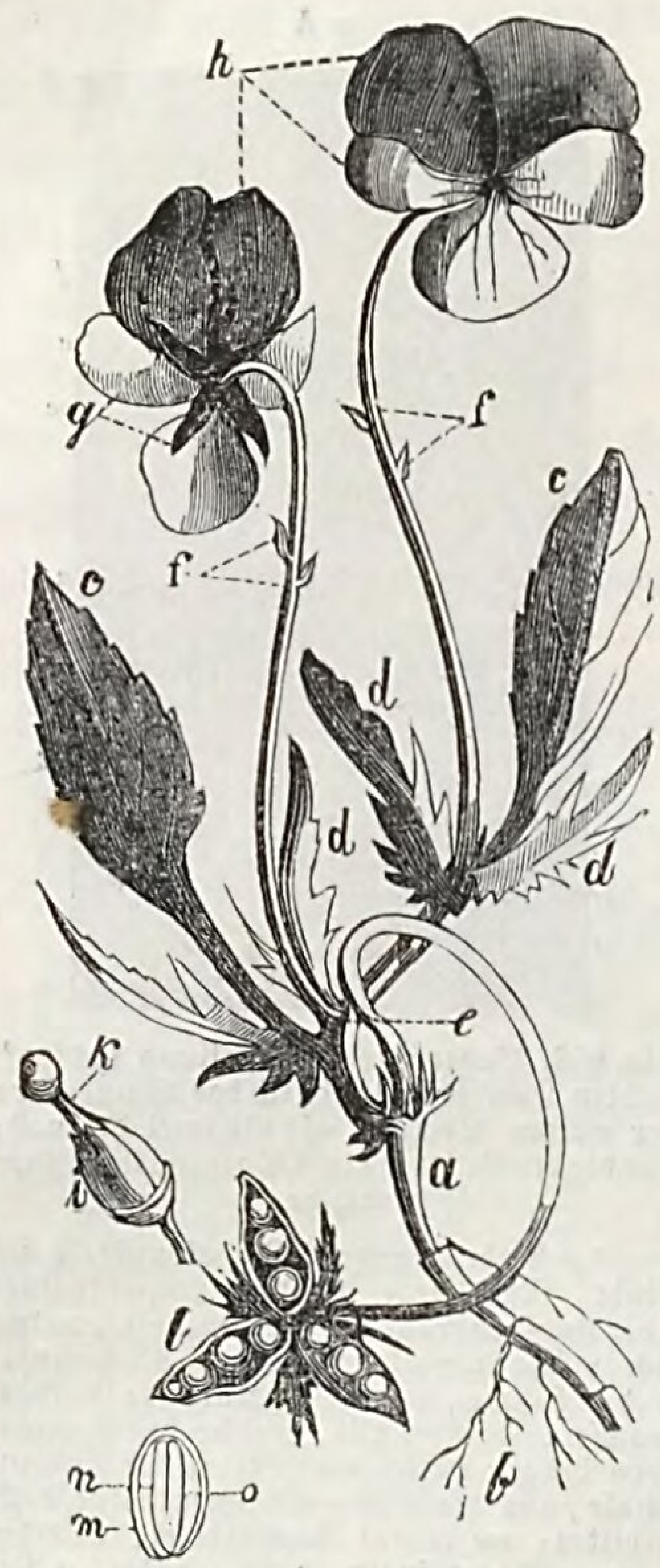


Fig. 654. Das dreifarbige Veilchen oder Stiefmütterchen (Viola tricolor). *

* a Kriechende oder wenig aufsteigende, perennirende Axe; b Adventivwurzeln, welche an derselben entspringen; c Blätter; d die Nebenblätter (stipulæ), welche hier so stark entwickelt sind, daß allemal drei fast ganz gleiche Blätter an einem Punkte der Axe stehen; e die Blüthenaxen, in der Achsel der Blätter entspringend; f verkümmerte Phyllodien an den Blüthenaxen; g Kelchblätter; h Kronenblätter; i Fruchtknoten; k Griffel mit kopfförmiger Narbe; l eine aufgesprungene Frucht, unter welcher noch die Kelchblätter bemerkbar sind; m ein reifes Samenkorn, vergrößert, senkrecht durchschnitten; o Endosperm; n Embryo.

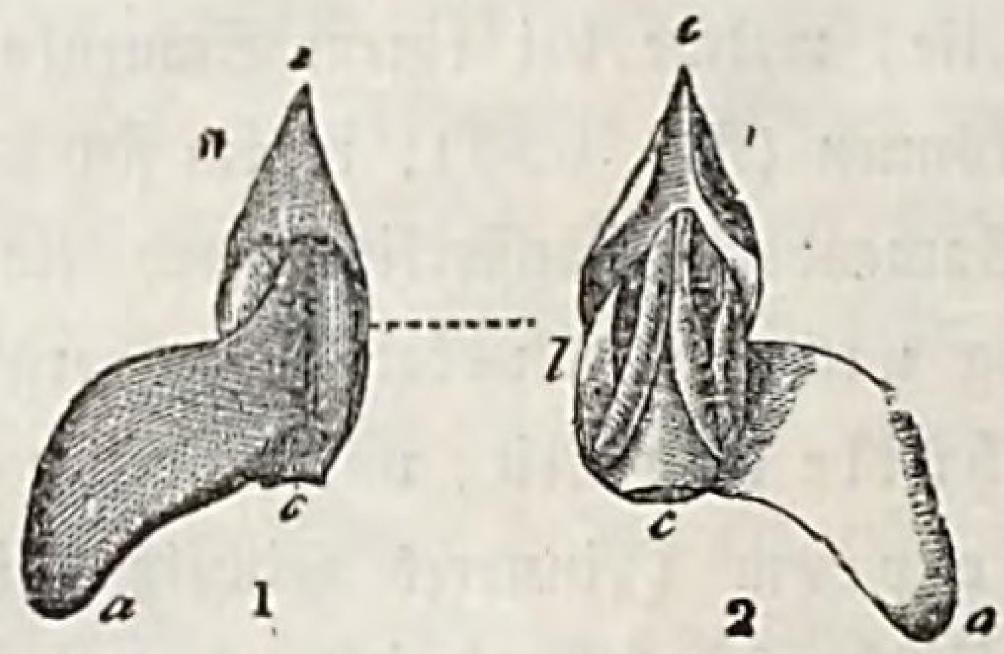


Fig. 655. Die gespornten Antheren des duftenden Veilchens (Viola odorata), vergrößert. *

* 1 Aeußere Seite. 2 Innere Seite; a Anhängsel; c Connektiv; l Fächer; r Spalte.

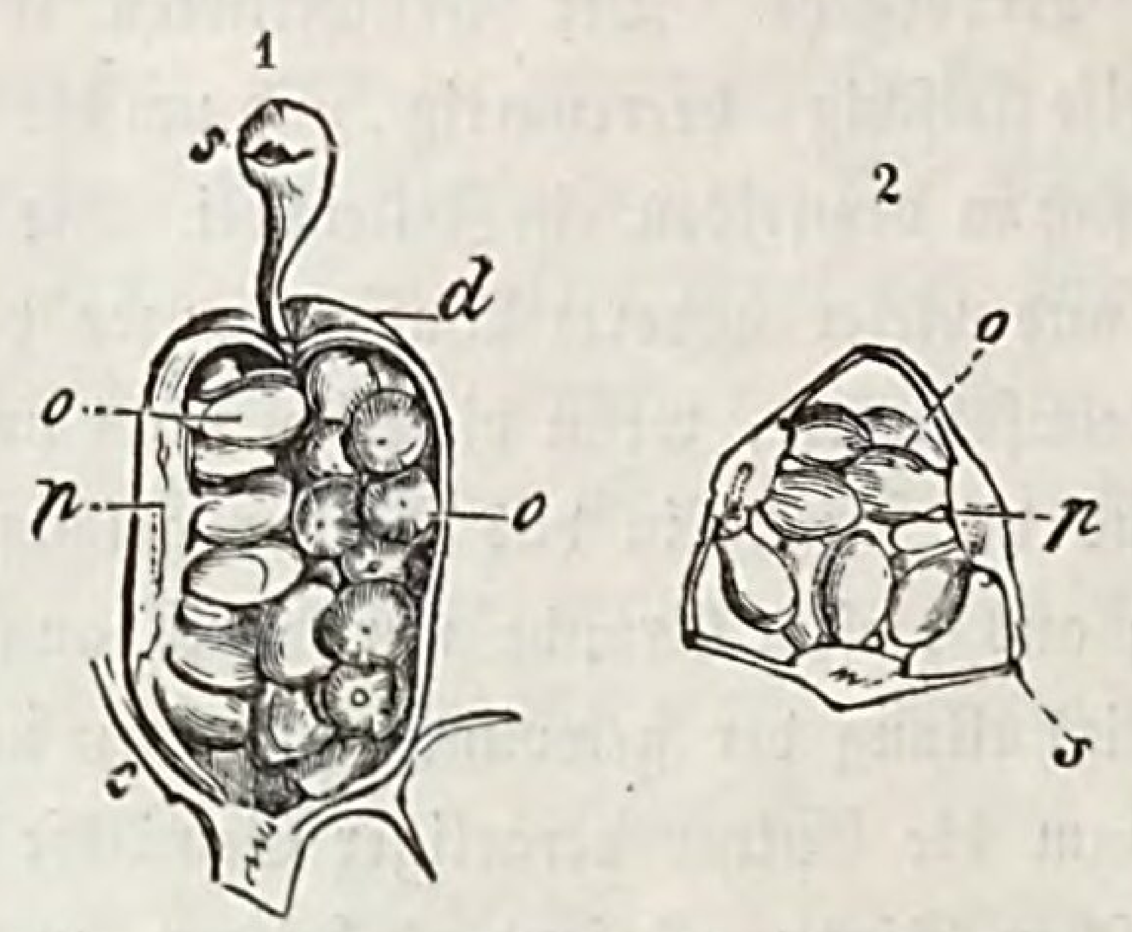


Fig. 656. Der Fruchtknoten des dreifarbigen Veilchens (Viola tricolor), vergrößert. *

*1 Senkrecht angeschnitten; 2 Horizontaldurchschnitt; s Narbe; d Fruchtknoten; c Kelchblätter; p an die Fruchtwand angewachsener Samenträger; o Samenknospen; s' Naht, in welcher die Karpelle vereinigt sind.

Karpellen, welche nur die Umfangswandung, aber keine Scheidewände bilden, und trägt einen am Grunde knieförmig gebogenen Griffel, mit becherförmig vertiefter und von einem Drüsenwulste umgebener Narbe. Drei Samenträger, in den Achseln der Karpelle entspringend, sind an die letzteren angewachsen. Wir benutzten die Abbildung des Fruchtknotens einer Violacee schon früher (Seite 810) zur Erläuterung der wandständigen Samenknospenstellung (Fig. 656). Die Samen sind mit einer dünnhautigen, um den Nabel wulstigen Samenhülle umgeben. — Die Violaceen enthalten eine eigenthümliche brechenerregende Substanz, das Violin, welches im ganzen Kraute, freilich nur in geringer Menge, enthalten ist, in der kriechenden perennirenden Axe dagegen (der fälschlich sogenannten „Veilchenwurzel") stärker angesammelt gefunden wird.

Den Violaceen sehr nahe verwandt, aber mit fast regelmäßigen Blüthen versehen, sind die Pflanzen der Familie der Sonnenröschen (Cistineæ), sowie die Orleanbäume (Bixineæ). Zu letzteren gehört der Arnatto oder Färberorlean (Fig. 657), ein Baum des tropischen Amerika, dessen Früchte einen rothen Fruchtbrei enthalten, in welchem die Samen eingebettet liegen, und welches als Orlean oder Ruku in Form von violetten oder rothen Kuchen zu uns gebracht und zum Roth- und Gelbfärben benutzt wird. Die Familien der Sauvagesien (Sau-



Fig. 657. Zweige mit Blüthen und Blättern vom Arnatto- oder Färberorleanbaume (Bixa orellana).

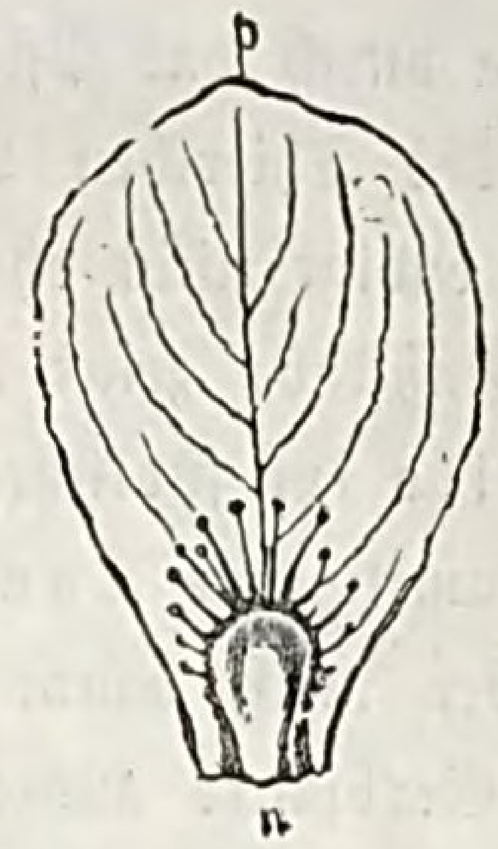


Fig. 658. Ein Kronenblatt, *p*, der Sumpfparnassie oder des Studentenröschens (Parnassia palustris) mit dem davorstehenden Nektarienkörper, *n*. Doppelte Größe.

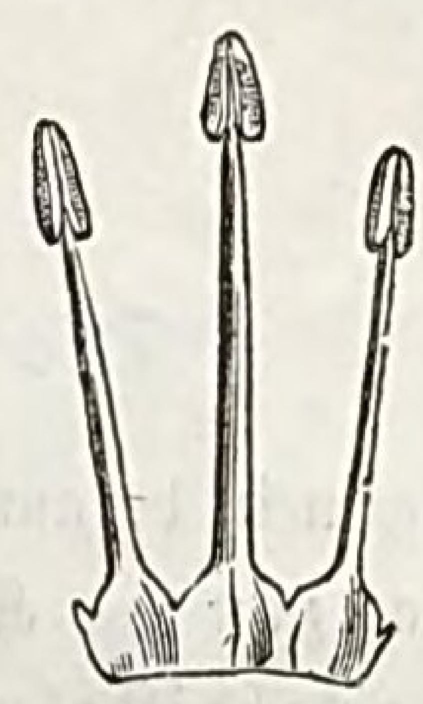


Fig. 659. Drei von den zehn Staubfäden der gemeinen Tamariske (Tamarix gallica) mit ihrer Verwachsung am Grunde.

vagesieæ), der Markgravien (Marcgravieæ) und der Flacourtien (Flacourtieæ) enthalten nur tropische, noch wenig bekannte Gewächse. Wenig wichtig sind auch die Nordamerikanischen Sarracenien (Sarracenieæ), Kräuter mit hohlen, schlauchförmigen Phyllodien, über welchen die eigentliche Blattspreite eine Art Deckel darstellt. —

Die mit ganz regelmäßig gebildeten Blüthen versehenen Parnassieen (Parnassieæ), zu welchen die Sumpfparnassien und die Sonnenthaugattungen (Drosera) unserer Torfsümpfe, sowie die Fliegenfallen (Dionæa muscipula) gehören, bieten mancherlei interessante Verhältnisse dar. Bei der Parnassie entspringen in den Achseln der fünf weißen Kronenblätter fünf eigenthümliche flache Körper, deren Rand mit einer Anzahl von filamentähnlichen Fäden besetzt ist, deren jeder ein drüsiges Köpfchen trägt (Fig. 658). Es erinnern diese Körper an die Verhältnisse, welche wir bei den Nyktagineen (Seite 918), Polygoneen (Seite 915) und Laurineen (Seite 922) kennen gelernt haben. Die eigentlichen, antherentragenden Staubfäden stehen mit den Kronenblättern abwechselnd in einem höheren Quirle. Dieselben nähern sich einer nach dem andern in der Blüthezeit ohne bemerkbare Veranlassung ganz regelmäßig dem Fruchtknoten, um den Inhalt ihrer Antheren auf die Narbe zu schütten. — Die Sonnenthaue, deren Blüthen sich nur in der höchsten Mittagshitze des Augustmonates zu öffnen vermögen, besitzen ganz ähnliche Fäden mit drüsigen Köpfchen, wie sie in der Blüthe der Parnassie erscheinen, auf der Fläche und am Rande ihrer Blätter, und diese Fäden krümmen sich, sobald man dieselben berührt. Da nun die Blattflächen der Honigsäfte wegen, welche die Drüsen aussondern, vielfach von kleinen Insekten besucht werden, so findet man meistens

einige solche durch das Pflänzchen gefangen und getödtet; denn die Berührung und Bewegung des Thierchen veranlaßt die Drüsenfäden, sich zu krümmen, und diese Krümmung endigt nicht eher, als bis das Thierchen aufhört, sich zu bewegen. In größerem Maßstabe zeigt die nämliche Erscheinung die deßhalb berühmte Venusfliegenfalle im südlichen Theile Nordamerikas.

Die Familie der Tamarisken (Tamariscineæ) enthält den vorigen nahe verwandte, aber meist baum- oder strauchartige Pflanzen, welche sich durch Bitterstoffe und Gerbsäure auszeichnen, welche letztere sie in vorzüglich großer Menge enthalten. Die gemeine Tamariske wird in unsern Gärten oft als Zierstrauch gesehen. Die Blüthen derselben enthalten zehn Staubfäden (Fig. 659), deren Filamente an ihrem Grunde ausgebreitet und zu einer Art von Ring um den Grund des Fruchtknotens verwachsen sind.

Achtzehnte Ordnung.

Die Kürbisfrüchtler. Peponiferæ.

Die allgemein bekannte Kürbisfrucht charakterisirt nicht allein die eigentlichen Kürbispflanzen — Kürbisse, Melonen, Gurken u. s. w. — sondern auch die stacheligen Fackeldisteln oder Cactuspflanzen und die Stachelbeeren und diesen verwandte Gewächse. Eine Stachelbeere und Johannisbeere zeigen, von dem so unwesentlichen Größenverhältnisse abgesehen, keine erhebliche Verschiedenheit von den Kürbissen, deren es fast centnerschwere, wohl aber auch nur ½ Zoll große gibt.

Die Familie der Kürbispflanzen (Cucurbitaceæ) enthält außer den allgemein bekannten Pflanzen, welche nach ihren oben erwähnten Früchten benannt zu werden pflegen, noch manche andere Gattungen, welche größtentheils in Europa nicht einheimisch sind. Die meisten derselben sind einjährig, mit einfacher Büschelwurzel, selten mit rübenartigem Knollen der unterirdischen Axe, wie die Zaunrüben, kriechend, kletternd und rankend, mit großen Blättern versehen und überall mit stacheligen, einfachen, aber mehr-

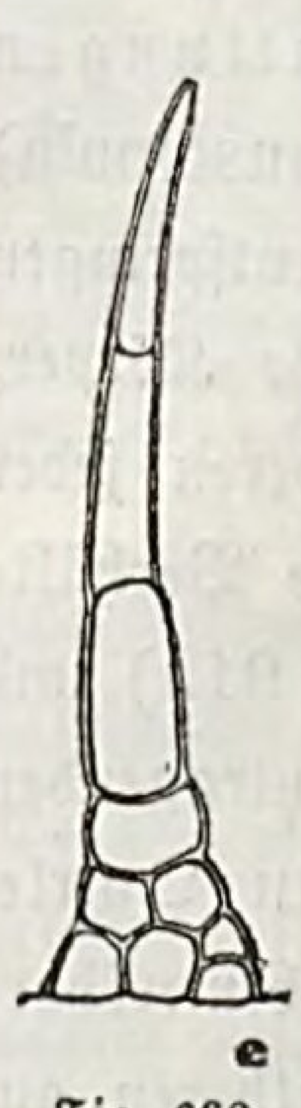


Fig. 660. Einfaches mehrzelliges Haar von dem Stamme der gemeinen Zaunrübe (Bryonia alba), vergrößert; e Epidermis, auf welcher das Haar steht.

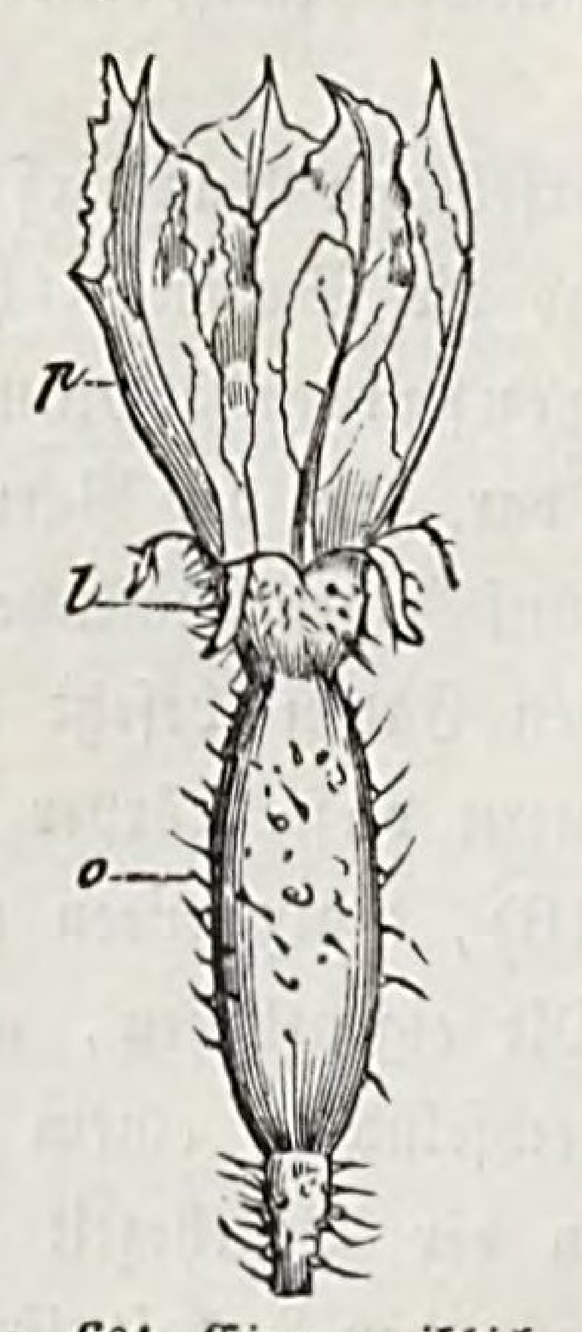


Fig. 661. Eine weibliche Blüthe der Melonenpflanze (Cucumis melo).*

* o Fruchtknoten, von den angewachsenen Blumenorganen bedeckt; l freier Theil des Kelches, dessen fünf Blätter mit einander vereinigt sind; p Kronenblätter, zu einer trichterförmigen, scheinbar „einblätterigen" Blumenkrone verwachsen.

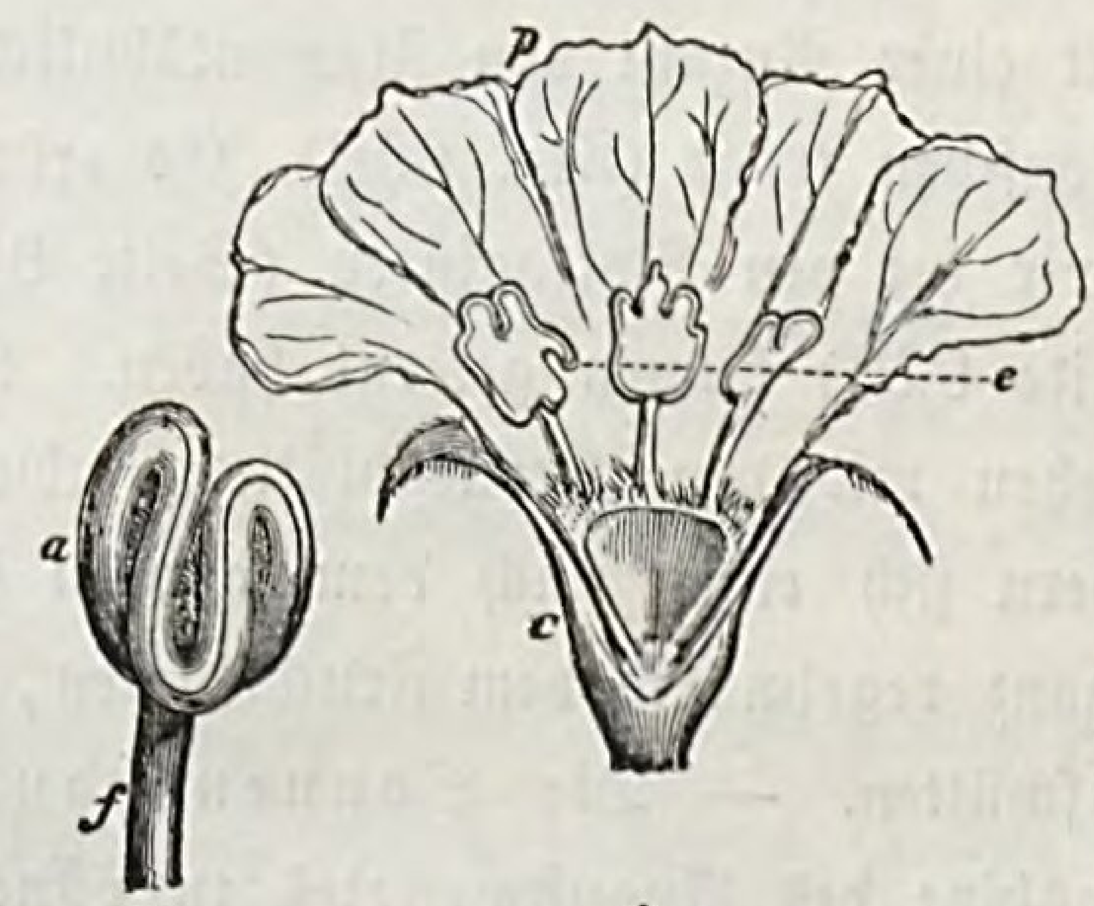


Fig. 662. Die männliche Blüthe der gemeinen Gurkenpflanze (Cucumis sativus), senkrecht angeschnitten. *

* A Die Blüthe; c Kelch; p Krone; e Antheren. — B Eine Anthere, vergrößert; f Filament; a Anthere mit bandartig gewundenen Fächern.



Fig. 663. Eine Anthere vom Staubfaden der diöcischen Zaunrübe (Bryonia dioica), vergrößert. *

* f Spitze des Filamentes; l bandartig gefaltete Antherenfächer.

zelligen Haaren besetzt (Fig. 660). Die Ranken sind hier als metamorphosirte Blätter zu betrachten; ihre Stellung beweist dieses deutlich, und ihre Verästelung läßt oft noch ganz deutlich die handförmige Verästelung der Blattadern wieder erkennen. Sie sind anfänglich lang ausgestreckt, gleichsam als suchten sie einen Haltpunkt; nachdem sich aber ihre Spitzen um einen Gegenstand, welchen sie erreichten, fest geschlungen haben, zieht der ganze übrige Theil sich spiralförmig zusammen. Die Blüthen sind meistens getrennten Geschlechtes, diklinisch, mitunter sogar diöcisch. Die sämmtlichen Blattorgane sind dem Fruchtknoten angewachsen, so daß die freien Spitzen der Kelch- und Kronenblätter, je fünf an der Zahl, welche noch obendrein unter einander randlich vereinigt sind, epigynisch erscheinen (Fig. 661). Der männlichen Blüthe fehlt natürlich der Fruchtknoten, vom Griffel und der Narbe sind indessen mitunter verkümmerte Spuren bemerkbar. Die Filamente der Staubfäden sind auch in dieser Familie an die Kronenblätter angewachsen (Fig. 662). Die Antheren haben eine höchst seltsame Form, indem dieselben sehr lange, bandartig auf der Spitze des Filamentes zusammengefaltete Fächer besitzen (Fig. 663). Die Entwicklung dieser Staubfäden beim gemeinen Kürbis, zu deren Beobachtung man sich im Sommer so leicht das Material verschaffen kann, diente uns schon früher (Seite 733) zur Erläuterung der Bildung des Pollen (Fig. 664 und 665). Die weiblichen Blüthen (Fig. 666) besitzen einen

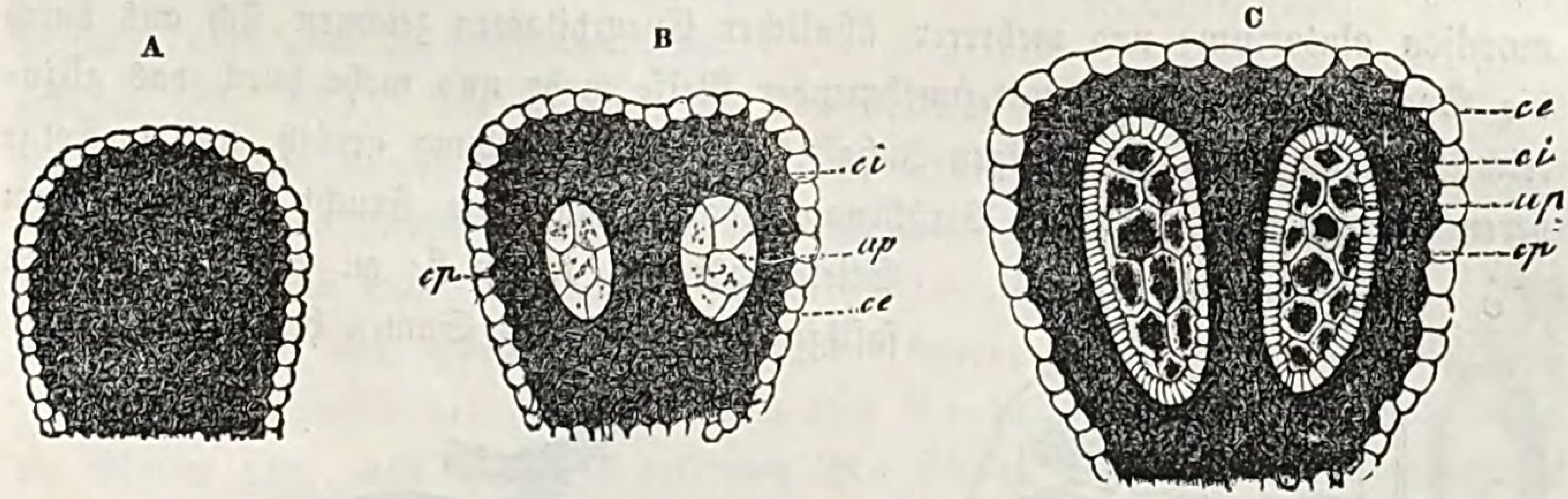


Fig. 664. Die Entwicklung des Pollen in den Antheren des gemeinen Kürbis (Cucurbita pepo). *

* A Horizontalschnitt einer Anthere aus einer Knospe von 1/2 Linie Länge, vergrößert; man bemerkt nur die Oberhautzellenschicht und im Innern sehr kleinzelliges Parenchym. — B Ebenso in einem weiter entwickelten Zustande; ce Oberhautzellen; ci kleinzelliges Parenchym; up Pollenmutterzellen, deren sich zwei bilden, den beiden Antherenfächern entsprechend; cp eine Lage kleinerer Zellen, welche jede Pollenmutterzelle umgeben. — C Ebenso, noch mehr entwickelt.

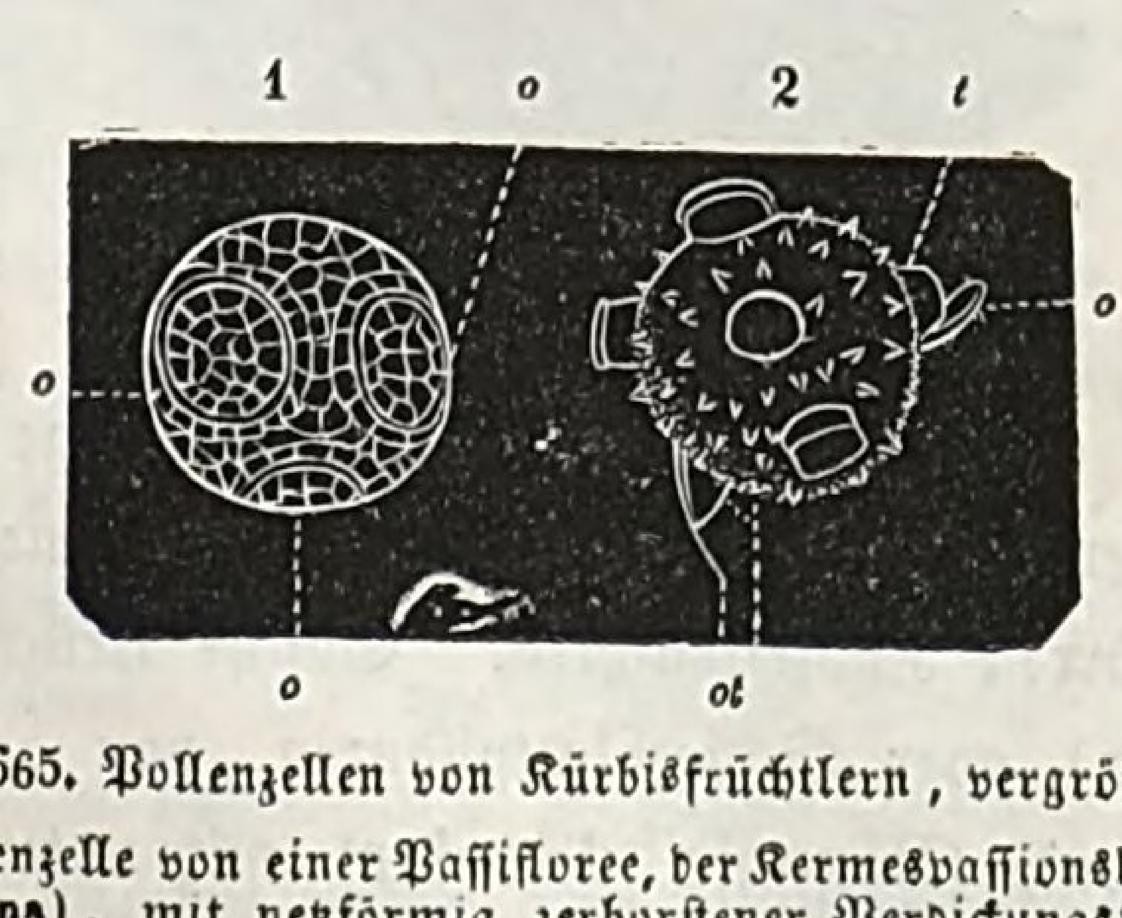


Fig. 665. Pollenzellen von Kürbisfrüchtlern, vergrößert. *

* 1 Pollenzelle von einer Passifloree, der Kermespassionsblume (Passiflora kermesina), mit netzförmig zerborstener Verdickungsschicht, deren größte, schildförmige Partieen o eine Dehiscenz der Pollenzelle durch Losreißung einer Art von Deckelchen bewirken. — 2 Pollenzelle des gemeinen Kürbis (Cucurbita pepo) mit ähnlichen Deckelchen o, welche bereits aufgehoben sind und den Pollenschläuchen t, welche sich zu bilden beginnen, den Austritt verstatten.

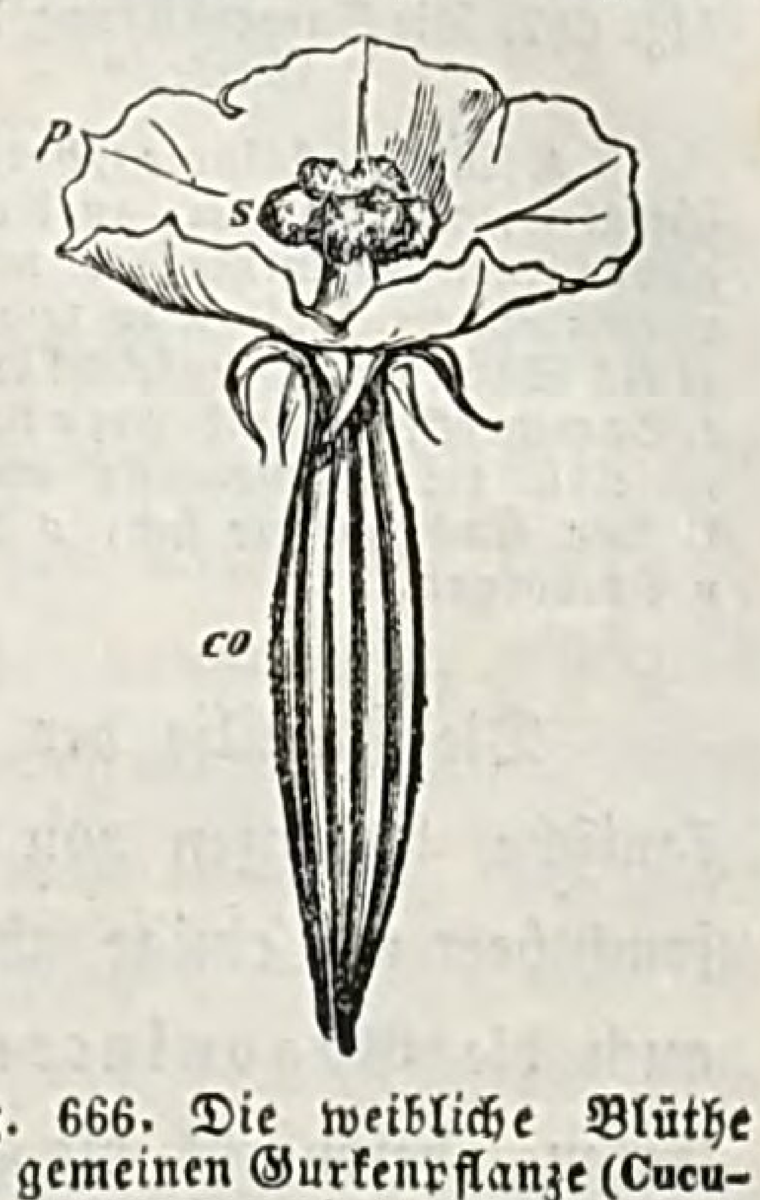


Fig. 666. Die weibliche Blüthe der gemeinen Gurkenpflanze (Cucumis sativus). *

* co Fruchtknoten mit den angewachsenen Blüthenorganen umgeben; p Krone; s Griffel mit den Narben.

langgestreckten Fruchtknoten und einen Griffel, dessen fünf Narbenpolsterchen die ursprüngliche Fünfzahl deutlicher zur Schau tragen, als der Griffel selbst und der Fruchtknoten, welche beide eher dreizählig aussehen, was man als eine Folge inniger Vereinigung zweier Paare von Karpellen zu betrachten hat. Der Fruchtknoten ist ohne Scheidewände; in den Achseln der Karpelle stehen drei Samenträger, welche an die Wandung der Frucht gewachsen sind (Fig. 667). Bei der Reife verschmelzen die fleischigen Zellenmassen der Fruchtwandung, welche aus den Karpellen, den angewachsenen Kronenblatt- und Kelchblatttheilen besteht, so innig mit einander, daß man keine Grenzlinie, noch irgend eine Verschiedenheit auf dem Querschnitte mehr wahrnimmt. Der Samen besteht aus einer äußeren, lederig festen und einer zarten inneren Samendecke, welche einen Embryo ohne Endosperm oder Perisperm enthält. In Folge der Umkehrung der Samenknospen liegt die Mikropyle neben dem Nabelpunkte, und eben dahin ist die Wurzelspitze des Embryo gerichtet. Letzterer hat sehr beträchtliche blattartige Cotyledonen. Das leitende Gewebe, welches den Fruchtknoten umgab, und die ganze innere Zellenmasse der Samenträger und der Karpelle hat sich frühzeitig in einen sehr saftreichen Zellenbrei verwandelt. — Man findet die Kürbisse in sehr vielen verschiedenen Varietäten der Form und Größe der Frucht (Fig. 668). Die Früchte der Zaunrüben sind nur kleine, saftige Beeren von schwarzer oder rother Farbe. Die Früchte der Spring- oder Eselsgurke (Momordica elaterium) und mehrerer ähnlicher Cucurbitaceen zeichnen sich aus durch die Spannung, in welche mit zunehmender Reife mehr und mehr durch das allzureichliche Anwachsen des saftigen Inhaltes die Fruchtwandung geräth, und in Folge deren es nur einer geringen Berührung bedarf, damit die Frucht sich von ihrem Stiele losreiße, indem sie an diesem Ende den saftigen Brei mit den Samen herausspritzt.

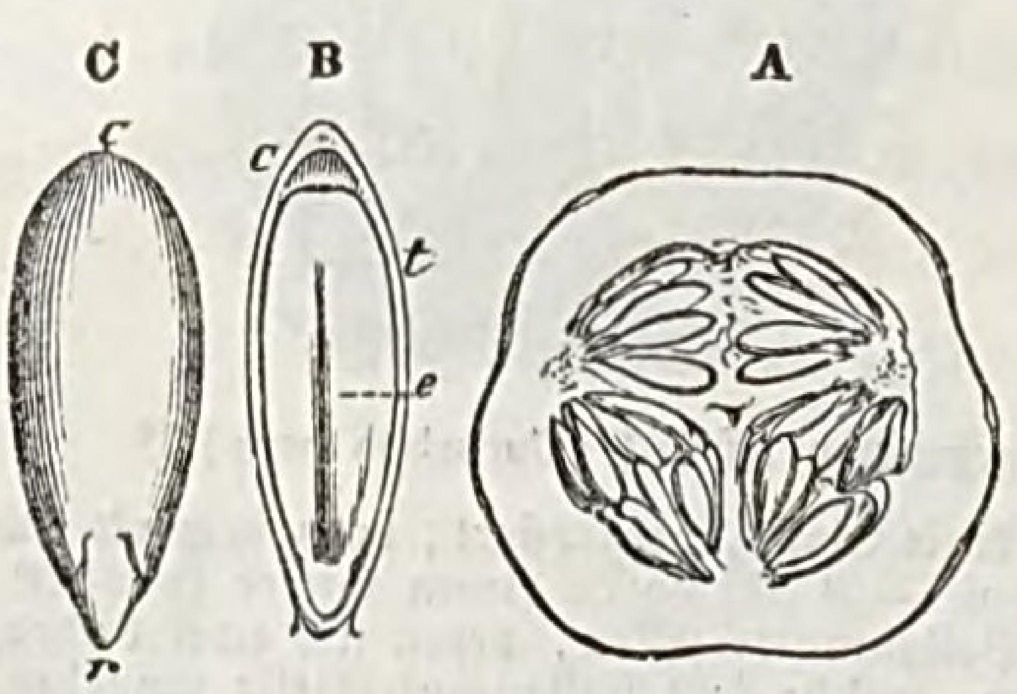


Fig. 667. Die Samenbildung der gemeinen Gurke. *

* A Der Fruchtknoten, horizontal durchschnitten, um die drei, an die Fruchtwand gewachsenen Samenträger mit den zahlreichen Samenknospen zu zeigen. — B Ein reifes Samenkorn, senkrecht durchschnitten; *t* Samendecke; *e* Embryo; *c* Knospengrund, woselbst die Samendecke verdickt ist. — C Der Embryo für sich; *c* Cotyledonen; *r* Axenorgan.


Fig. 668. Kürbisse von verschiedenen Formen.

Die Familie der Escallonien (Escalloniеæ) enthält nur einige südamerikanische Pflanzen von der Tracht unserer Heidelbeersträucher, mit kleinen Kürbisfruchtbeeren, einige aber auch mit dürren Kapselfrüchten. Solche Früchte besitzen auch die Begoniaceen (Begoniaceæ) oder Schiefblattpflanzen, von denen einige Arten, besonders die zweifarbige Begonie (Begonia discolor) mit unterseits blutrothen, schiefherzförmigen Blättern, bei uns als Ziergewächse in Zimmern gezogen werden. Dieselben zeigen eine ähnliche gruppenweise Stellung der Stomate, wie wir sie bei den Saxifrageen (Seite 991) kennen lernten. Die Form der Staub-

fäden, an deren keulenförmigem Ende die Antherenfächer nur als schmale Behälter erscheinen, ist von Interesse (Fig. 668, a).

Die Familie der Stachelbeerpflanzen (Grossularieæ) umfaßt unsere bekannten Stachelbeersträucher (Ribes grossularia) und Johannisbeersträucher (R. rubrum), erstere mit vereinzelteren Blüthen und Früchten, letztere mit traubenförmigen Blüthen- und Fruchtständen. Viele Nahe-verwandte derselben werden bei uns als Ziersträucher gezogen, wie besonders der goldgelb und duftig blühende nordamerikanische Johannisbeer-Strauch (Ribes aureum). Die Dornen der Stachelbeersträucher sind nicht von den Blättern, sondern nur von den als Wulste an die Zweige gewachsenen Phyllodien gebildet. Man sieht den Blattstielwulst dicht unter jedem Blatte sich als einfachen, mitunter aber auch als dreifachen Dorn erheben (Fig. 669). Die Blüthen der Grossularieen sind zweigeschlechtig übrigens denen der Cucurbitaceen sehr ähnlich, und ihre Früchte gleichen jenen ganz. An der Bildung des Fruchtbreies nehmen hier auch die äußeren Zellen der Samendecken mit Antheil, weßhalb man, die Samen aus der reifen „Beere" hervorquetschend, jedes Samenkorn von einer Hülle von Brei umgeben findet, welche ihm selber angehört.

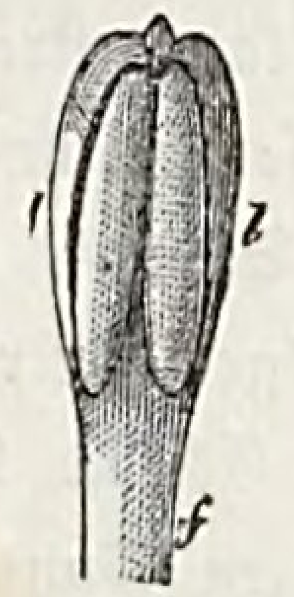


Fig 668, a. Der obere Theil des Staubfadens einer Schiefblattpflanze (Begonia manicata), vergrößert. *

* f Filament, dessen keulenförmig verdicktes Ende das Connektiv bildet; ll Antherenfächer.

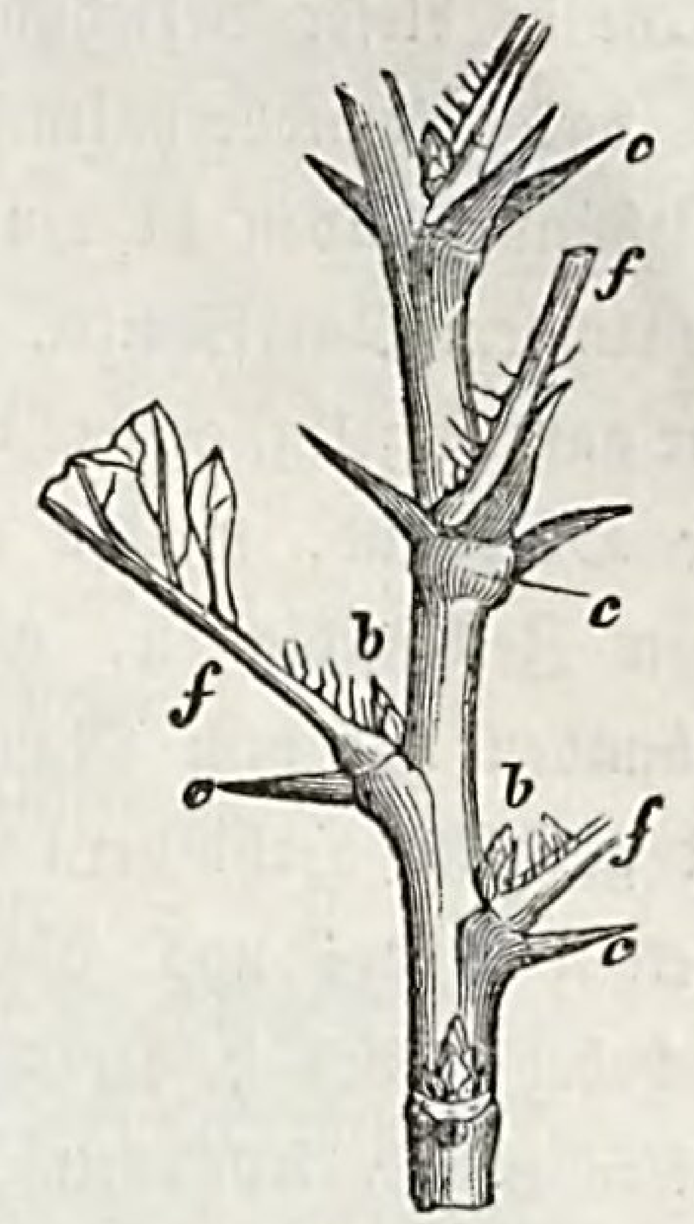


Fig. 669. Ein Zweig des Gartenstachelbeerstrauches (Ribes grossularia, var. uva-crispa). *

* r Zweigaxe; ff Blätter, nur theilweise gezeichnet; cc Blattstielwulste, in Dornen auslaufend, über denen sich schon die Abgliederung der Blätter angedeutet findet; bb Achselknospen, welche nach Abfall der Blätter unmittelbar in den Achseln der Dornen stehen.

Bei der Familie der Fackeldisteln oder Cactuspflanzen (Cacteæ) fehlen die Blätter ganz, und Dornen vertreten ihre Stelle. Ja, diese Dornen tragen in ihrer Achsel sehr gewöhnlich anstatt Zweigen eine polsterartige Warze mit Haaren und Dornenbüschelchen besetzt, welche nichts anderes sind, als unausgebildet gebliebene Zweige mit ihren in Dornen verwandelten Blattorganen. Die Dornenbüschel zeigen ganz die regelmäßige Anordnung, welche wir bei Blättern zu sehen gewohnt sind. Die Stämme selbst und eben so auch die ausgebildeten Zweige sind sehr seltsam geformt, indem ihr Rindenparenchym nach den Längslinien, auf welchen die Dornenbüschel stehen, leistenartige Vorragungen besitzen, welche unter jedem Dornbüschel einen Wulst bilden und durch einen solchen auch da die Stellung der Blätter andeuten, wo die Dornen völlig fehlen, wie dieses bei einigen Arten der Fall ist. Axenorgane, welche mit solchen Saumleisten versehen sind, nennt man geflügelt. Bei manchen Cacteen sind nur zwei solcher Flügelleisten vorhanden (Epiphyllium phyllanthoides s. Cactus alatus), und bei diesen könnte man leicht zu dem Irrthume kommen, die blattförmigen Zweige für Blätter anzusehen — wie dies im gewöhnlichen Leben auch so häufig geschieht — wenn nicht aus den Rändern derselben die Blüthenknospen und auch Zweige hervorbrächen. Die Zahl der Flügelleisten erhebt sich bei manchen Zweigen ausnahmsweise auf drei; bei andern Cactusarten ist der Stengel gewöhnlich dreiflügelig (Cactus speciosus), ausnahmsweise auch

vier- oder fünfflügelig, bei andern besitzt er zahlreiche Leisten. Die Abänderungen, welche in dieser Beziehung bei einer und derselben Pflanze vorkommen, zeigen, daß sich das Grundverhältniß der Blattstellung bei denselben verändern könne. Die Holzbündel bilden in den Stämmen, welches auch deren Form sei, einen Holzkörper von rundem Querschnitte. Manche Cacteen sind melonenförmig (Melocactus, Fig. 670), oder ganz kugelig, andere dagegen langgestreckt, schlangenförmig (Cereus flagelliformis). Die Oberhaut, welche alle diese Stämme überzieht, besteht aus mehrfachen, sehr festen Zellenschichten, welchen Stomate *ganz fehlen*, eine Einrichtung, welche, verbunden mit dem Mangel ausgebildeter Blätter, die Verdunstung dieser Pflanzen fast gänzlich verhindern muß. Es ist bekannt, wie sehr aus diesem Grunde die Cacteen Dürre und Hitze ertragen können. Ja, dieselben sind auf den wasserlosen Hochebenen des heißeren Amerika, wo sie ihre eigentliche Heimath haben, für die Thiere in der trockenen Jahreszeit die einzige Wasserquelle und werden zu diesem Zwecke von solchen, trotz ihrer Dornen, zertreten und ausgesogen. — Die Pracht der Cacteenblüthen ist bekannt; man erkennt an denselben den allmähligsten Uebergang von Dornen zu Blattschüppchen und zu den herrlichen zarten Blumenblättern. Eine Unterscheidung von Kelch- und Kronenblättern ist nicht möglich. Die Staubfäden sind sehr zahlreich, wie die Blumenblätter, der Fruchtknoten trägt einen langen Griffel mit mehreren Narben. Die Blüthezeit dauert bei dem schönen weißblüthigen *Nachtcactus* (Fig. 671) nur wenige Stunden und fällt gerade in die Nachtzeit. Die Fruchtbildung der Cacteen stimmt ganz mit derjenigen der Stachelbeeren und Gurken überein, und wenn gleich die Früchte bei uns nie zur Entwicklung kommen, so bilden sie in ihrem Vaterlande dagegen ein sehr beliebtes Obst. Die noch mit den Blattschuppen besetzte Frucht des Nachtcactus ist etwa zweimal so groß, als eine große Stachelbeere. Die Früchte einer Opuntia (Opuntia ficus indica) heißen in Europa „*indische Feigen*." Diese Pflanze ist aus Südamerika in Südeuropa eingeführt und dort jetzt allgemein verwildert. Auf einer derselben nahe verwandten Art lebt die Schildlaus, von welcher man die Cochenillefarbe gewinnt (Seite 418).



Fig. 670. Cacteenstämme. *

* a Der Stamm einer Stapelia, aus der Familie der Asklepiadeen (Seite 950), deren Tracht derjenigen der Cacteen sehr ähnlich ist. — b Der Stamm eines Melonencactus (Melocactus); c der verzweigte, blattartig platte Stamm einer Opuntia (Opuntia vulgaris).



Fig. 671. Ein Zweig des Nachtcactus (Cereus grandiflorus) mit einer Blüthe und einer Frucht, 1/4 d. nat. Gr.

Die Familie der Melonenbäume (Papayaceæ) zeichnet sich durch eine völlig monocotyledonische Tracht aus. Der südamerikanische Melonenbaum oder Papao (Fig. 672) besitzt einen palmenähnlichen Stamm, ohne alle Verzweigung, an dessen Gipfel eine Krone von langgestielten, handförmig getheilten Blättern steht. Die Blüthenstände entspringen in den Achseln der Blätter; die Früchte sind den Melonen vergleichbar und werden genossen.

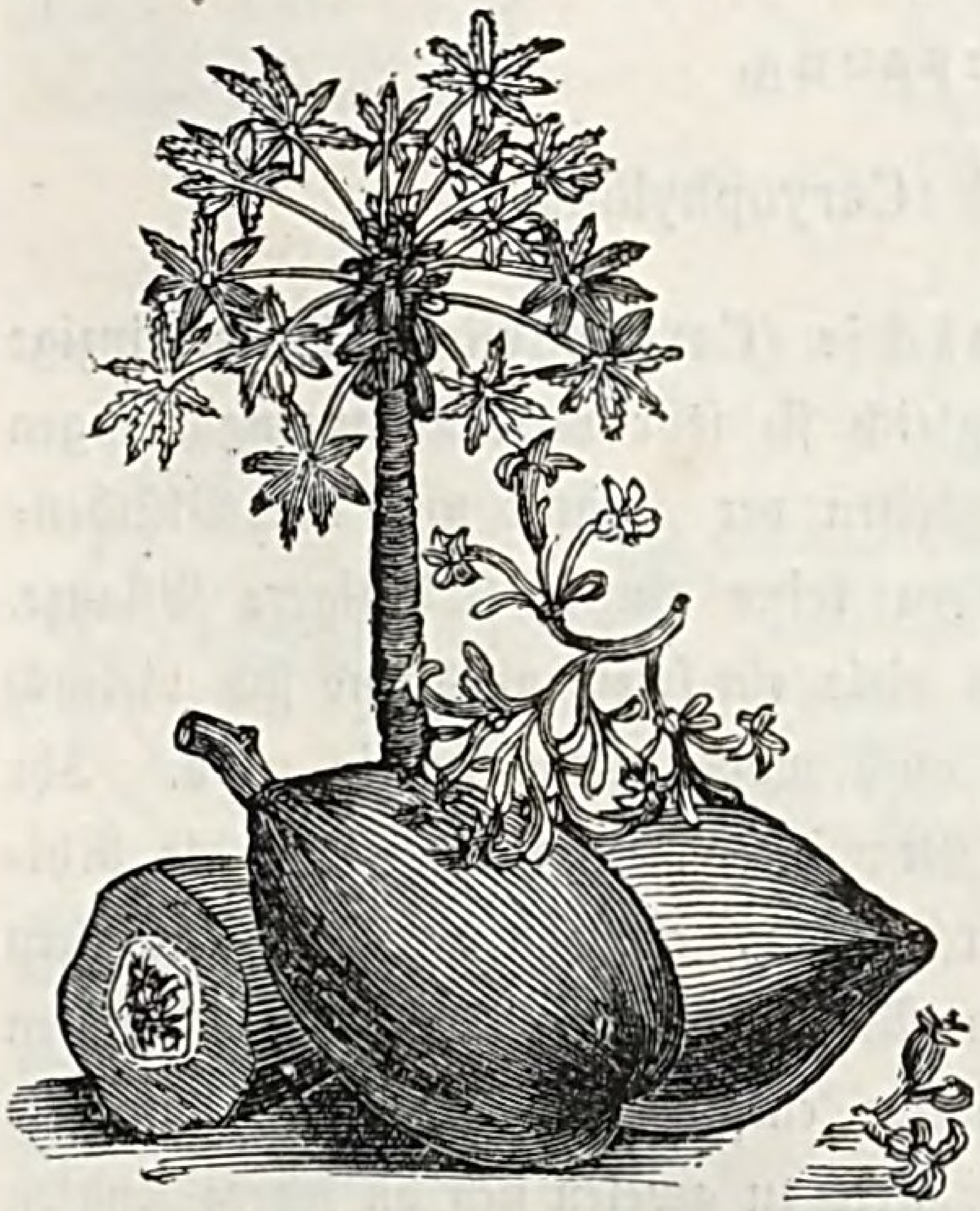


Fig. 672. Der Papao (Carica papaya), im Hintergrunde der Baum, welcher 20 Fuß hoch ist, im Vordergrunde ein Blüthenstand und die melonenartigen Früchte, von denen die eine durchschnitten ist.



Fig. 673. Die südamerikanische Grenadillpassiflore (Passiflora edulis). Ein Zweig mit Blättern, Ranken und Blüthe; dabei eine Frucht, auf deren Gipfel noch die drei Griffel stehen.

Die Familie der Homalineen (Homalineæ), Malesherbiaceen (Malesherbiaceæ) und Turneraceen (Turneraceæ), ganz auf das südliche Amerika beschränkt, enthalten zwar manche schöne, doch keine wichtigen Pflanzen. Ebenso die ostindischen Samydeen (Samydeæ). Auch die Loaseen (Loaseæ), rankende rauhstachelige Pflanzen, mögen nur deßhalb Erwähnung finden, weil ihre Borstenhaare, nicht allein, wie die der Cucurbitaceen, mehrzellig, sondern, ganz wie die der Urticeen, auch mit einer Drüse voll brennenden Giftsaftes versehen sind, so daß einige Arten bei jeder Berührung sehr heftigen Schmerz verursachen. Die schönen, aus Chile und Peru in unseren Gärten eingeführten Loasen (Loasa) lassen außerdem sehr ausgezeichnet die abwechselnde Annäherung der Staubfäden an die Narbe wahrnehmen.

Die Passifloren (Passifloreæ) gehören ihrer Früchte wegen auch hieher. Die Passionsblume (Passiflora cœrulea), welche man nicht selten in Töpfen zieht, und welche sowohl durch ihren schlingenden und rankenden Wuchs, als auch durch ihre herrlichen Blüthen eine vorzügliche Zierpflanze ist, gibt ein Beispiel dieser Familie. Die Ranken dieser Pflanze sind nicht, wie die der Kürbisse, metamorphosirte Blattorgane, sondern, wie bei dem Rebstocke, Zweige. Sie stehen in den Achseln von Blättern. — Die Blüthen besitzen einen dreiblätterigen Kelch, über welchem sich die Blüthenaxe noch verlängert; dann folgt ein doppelter Kreis von zweimal fünf Kronenblättern und auf diese ein Kreis von fünf mit den vorigen verwachsenen Blättern, welche in sehr zahlreiche gleich lange Fäden auslaufen und so einen prachtvollen Fransenkranz in der Blume darstellen. Die Blüthenaxe ist

über diesen Blattquirlen abermals verlängert; es folgen dann die fünf Staubfäden, auf deren Gipfeln die eigenthümlich schwammigen Antheren balancirend schweben; über diesen steht endlich der Fruchtknoten, mit dreien Griffeln endigend. Die Früchte, welche von einigen Arten genießbar sind, und „Grenadilläpfel“, „Wassermelonen“ u. s. w. genannt werden, sind ganz melonenähnlich (Fig. 673).

Neunzehnte Ordnung.

Die Nelkenblüthler. Caryophyllinæ.

Die Familie der eigentlichen Nelkengewächse (Caryophylleæ) ist die einzige wichtigere dieser Ordnung, und auch diese, obgleich sie sehr viele Pflanzengattungen umfaßt, ist nur wegen mancher Eigenthümlichkeiten der Tracht und der Blüthen- und Fruchtbildung merkwürdig, enthält dagegen keine einzige wichtigere Pflanze. Alle Nelkengewächse sind krautartig, nur haben viele ein kriechendes und sich vielfach verästelndes Rhizom, welches ausdauernd und auch wohl etwas holzig wird. Ihr Wuchs hat manche Aehnlichkeit mit dem der Gramineen, indem sowohl die Rhizomaxen, welche oft wahre Rasenbildung veranlassen, als auch die oberirdischen Zweigaxen zwischen den einzelnen Internodien Anschwellungen, eigentliche Knoten besitzen, welche den Ursprungspunkten der Blätter entsprechen. Indessen sind die Internodien hier keineswegs hohl. Die Blätter, stets zu zweien sich an jedem Knoten gegenüberstehend, sind an ihrem Grunde zu einer gemeinsamen, stengelumfassenden Scheide verwachsen. Die einzelnen Paare stehen weder in gleicher Stellung über einander, noch kreuzen sie sich rechtwinklig. Vielmehr ist die Abweichung eine so geringe, daß sie etwa $1/8$ des Stengelumfanges beträgt, und daß somit je das fünfte Blätterpaar wieder genau über dem ersten steht. Die Blätter sind bei vielen Nelkengewächsen, besonders bei den eigentlichen Nelken (Dianthus) sehr einfach, Grasblättern höchst ähnlich, schmal, rinnenförmig gekielt und parallelaberig, dabei mit sehr zahlreichen Stomaten auf der oberen und unteren Fläche versehen, so daß deren Zahl, z. B. bei der Gartennelke (D. caryophyllus) auf einen Quadratzoll beider Flächen 38,500 beträgt. Bei den einen sind alle Theile der Oberhaut völlig glatt, bei andern dagegen stark behaart und bei einigen sondern diese Haare klebrige Feuchtigkeit aus, wie z. B. bei der Pechnelke (Lychnis viscaria, Fig. 674). Der Blüthenstand entspricht der Stellung der Blätter. Während allemal die Hauptaxe mit einer Blume endigt, entspringen neben derselben zwei Achselzweige, deren jeder wieder mit einer Blume endigt, zugleich aber wieder dieselbe Verästelung trägt (Fig. 675). Es entsteht so ein immer zahlreicherer, dichotomischer Blüthenstand, dessen Blüthe, wenn man absieht von denen der erloschenen Axen, welche früher abblühen, einigermaßen doldenähnlich aussieht und als „schirmförmige Trugdolde“ bezeichnet zu werden pflegt. Durch Fehlschlagen der einen oder anderen Zweigaxe wird ein solcher Blüthenstand häufig sehr unregelmäßig (Fig. 676). Die Blüthenorgane zeigen in dieser Familie gewöhnlich die Fünfzähligkeit, welche mitunter in allen Quirlen höchst vollständig auftritt, doch finden sich auch oft die auffälligsten Beispiele von regelmäßiger Fehlschlagung (Fig. 677), oder dagegen von Ueberzähligkeit (Fig. 678) eines oder mehrerer Glieder eines Quirles der Blüthenorgane.

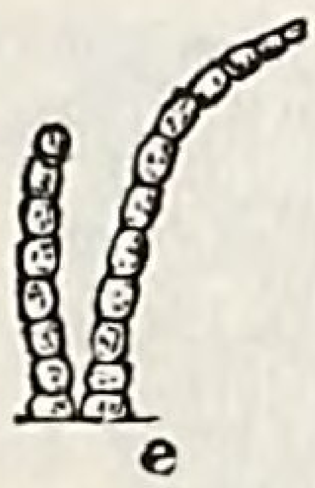


Fig. 674. Haare aus rosenkranzförmig auf einander gereihten Zellen gebildet von der brennenden Liebe (**Lychnis chalcedonica**), vergrößert.

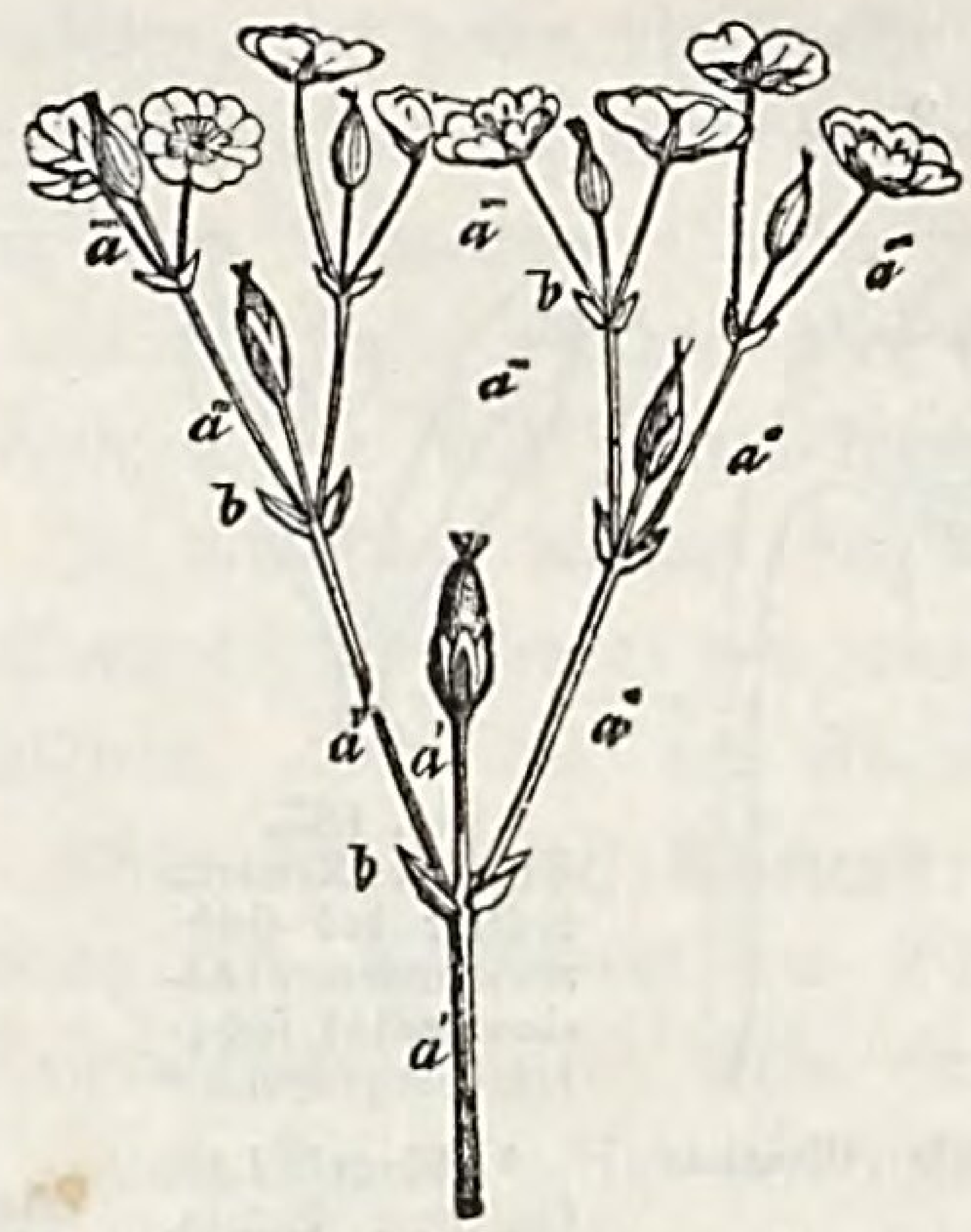


Fig. 675. Regelmäßiger dichotomischer Blüthenstand des großblumigen Hornkrautes (**Cerastium grandiflorum**). *

* *a'* Hauptaxe, welche mit einer schon zur Frucht gediehenen Blüthe endigt; *bb* die beiden letzten Blätter dieser Axe; *a''* Zweigaxen, in den Achseln dieser Blätter entspringend und auch schon mit Frucht endigend; aus ihren letzten Blattachseln entspringen die Zweigaxen *a'''* u. s. w.



Fig. 676. Durch Fehlschlagen unregelmäßiger Blüthenstand des kleinblüthigen Hornkrautes (**Cerastium tetrandrum**). *

* Die Bedeutung der Buchstaben ist die nämliche, wie bei der vorigen Figur.

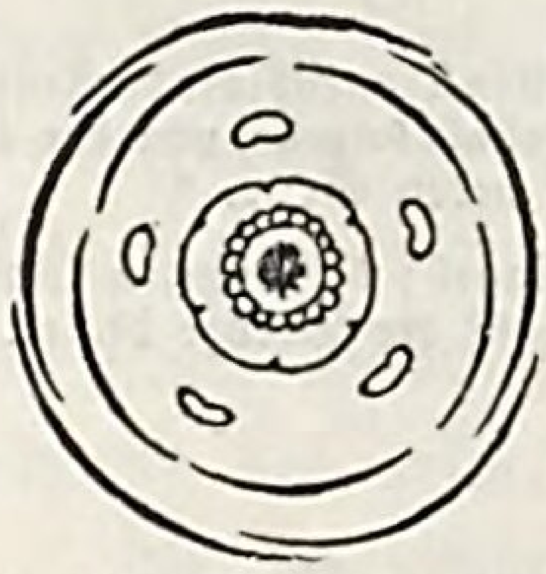


Fig. 677. Diagramm der Blüthe des gemeinen Hühnerschwarmes (**Alsine media**). Fünf Kelchblätter; fünf Kronenblätter; fünf Staubfäden; s e c h s Karpelle zum Fruchtknoten vereinigt; ein Samenträger in der Mitte.

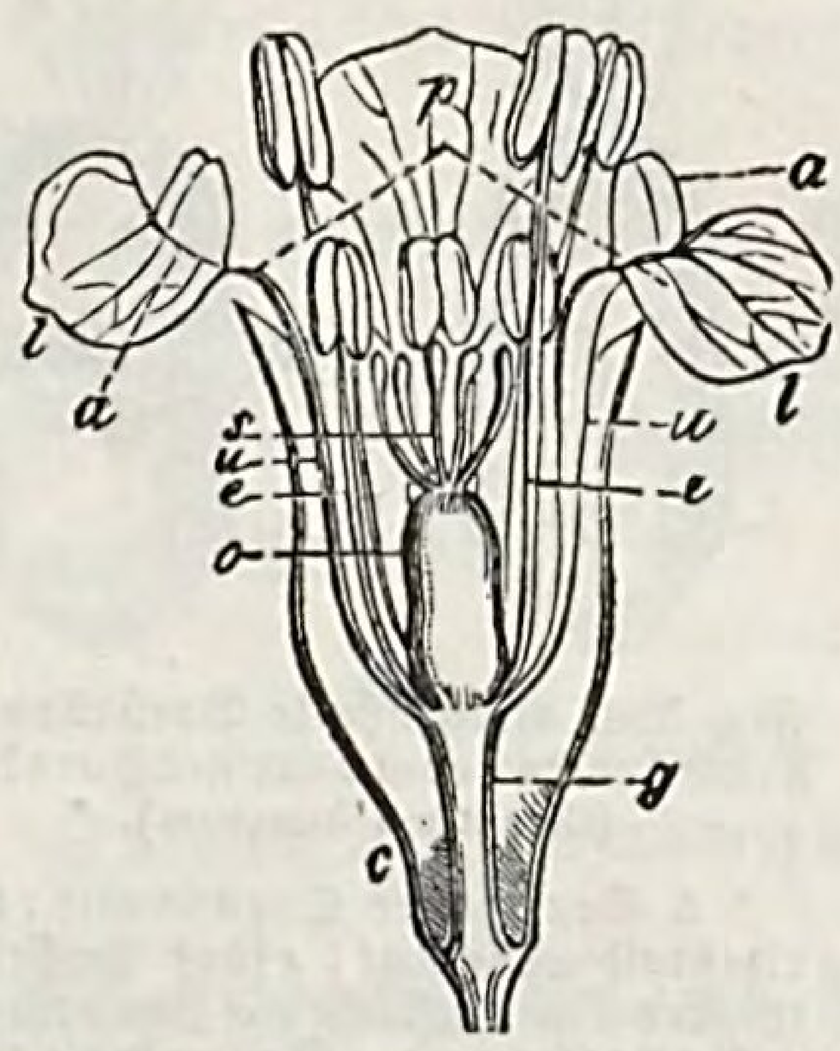


Fig. 679 Vergrößerte Darstellung eines senkrechten Durchschnittes der Blüthe einer Pechnelke (**Lychnis viscaria**). *

* *c* Kelch; *p* Kronenblätter mit ihrem verlängerten unteren Theile, dem „Nagel“ *n*, und ihrem Lappen *l*; *aa* inneres Anhängsel der Kronenblätter; *e* Staubfäden; *o* Fruchtknoten; *s* Griffel; *g* die Blüthenaxe, oberhalb des Kelches verlängert.



Fig. 680.

Der fünfblätterige Kelch des großblumigen Sternkrautes (**Stellaria holostea**).



Fig. 678. Diagramm der Blüthe des doldenblüthigen Spurrkrautes (**Holosteum umbellatum**). Fünf Kelchblätter; fünf Kronenblätter; v i e r Staubfäden; d r e i Karpelle; ein Samenträger in der Mitte.



Fig. 681. Glockenförmiger Kelch mit fünf Spitzen von dem blasigen Leimkraute (**Silene inflata**).

Die Blüthenaxe ist über dem Kelche noch ein wenig verlängert (Fig. 679); dieser ist bald aus fast ganz getrennten Blättern gebildet (Fig. 680), bald ganz glockenförmig vereinigt (Fig. 681). Unter dem Kelche steht mitunter noch ein A f t e r k e l c h, aus zweien Paaren von Blättern gebildet, welche hier als D e c k b l ä t t e r auftreten (Fig. 682). Die Kronenblätter liegen bei dieser Familie in der Präflorescenz (Knospenlage) gedreht, wie bei den Convolvulaceen und anderen Drehblüthlern. Die Form derselben ist bei vielen sehr eigenthümlich, indem der untere Theil sehr schmal und verlängert ist, während der obere sich ausbreitet, und dabei meistens am Rande zertheilt (Fig. 682). Man unterscheidet dann den ersteren Theil als N a g e l, den letzteren als S a u m. Der Saum ist mitunter einfach getheilt, so daß man auf den ersten Blick die doppelte Zahl der vorhandenen Kronenblätter zu sehen glaubt

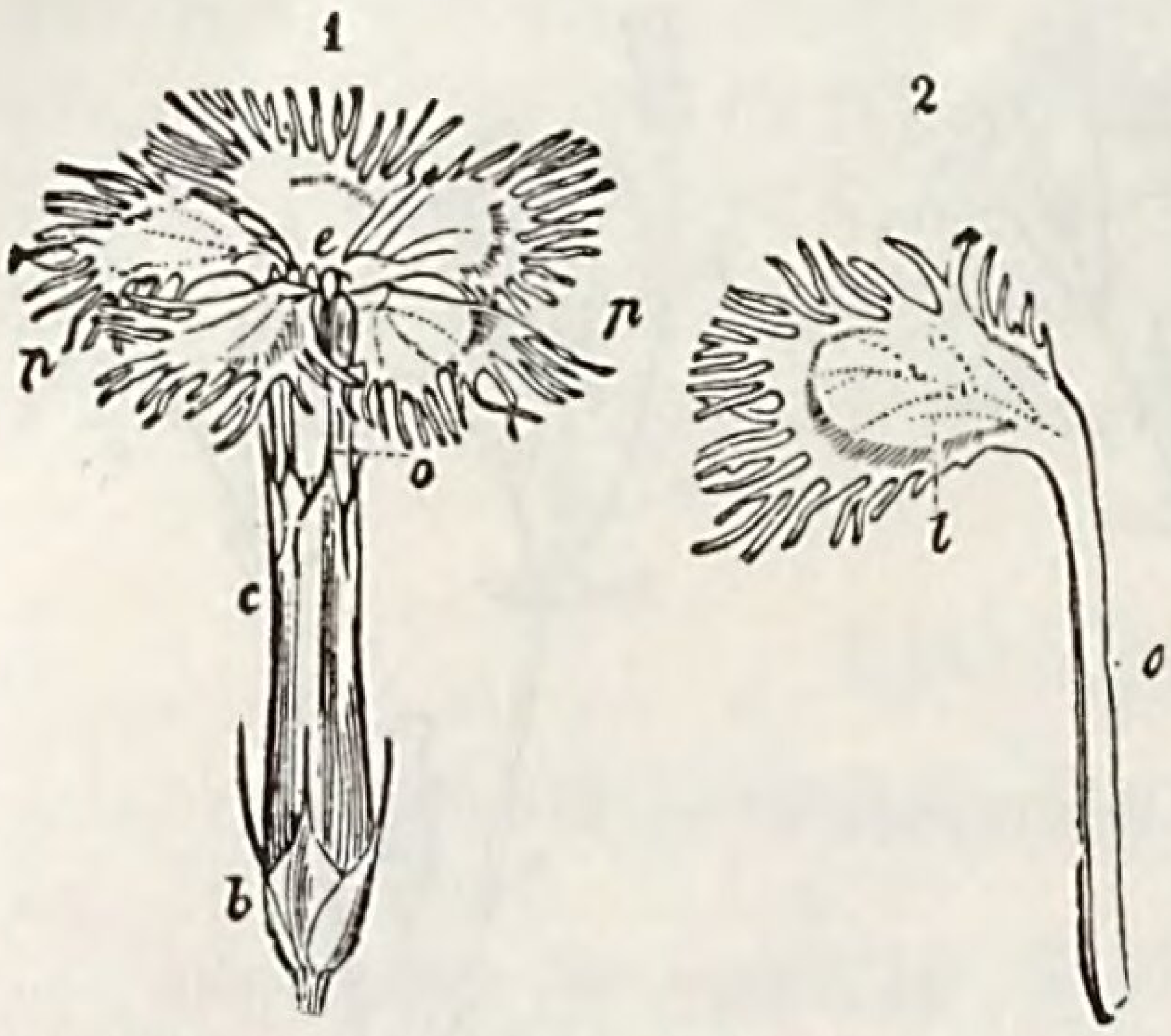


Fig. 682. Die Blüthe einer Gartennelke (Dianthus monspessulanus). *

* 1 Die ganze Blüthe; *b* Afterkelch; *c* Kelch; *p* Kronenblätter, mit ihrem Nagel *o* und ihrem Saume *l*. — 2 Ein Kronenblatt für sich; *o* Nagel; *l* Saum.

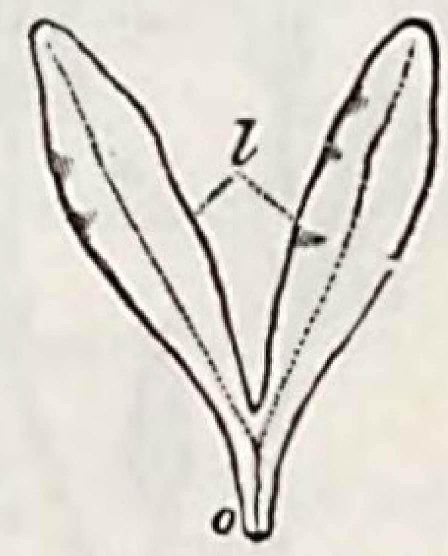


Fig. 683. Eines der Kronenblätter des Hühnerschwarmes (Alsine media), sechsfach vergrößert. *

* *o* Nagel; *l* gespaltener Saum.

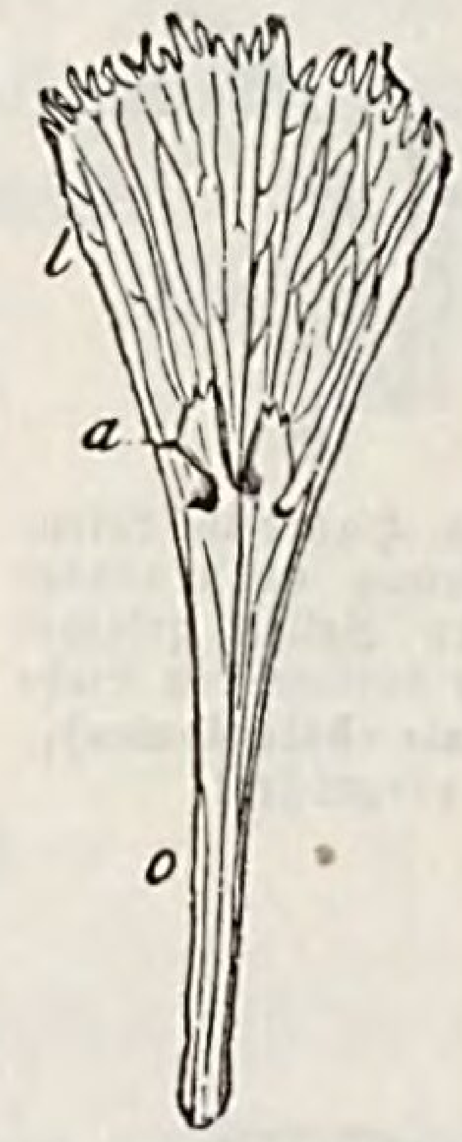


Fig. 684. Ein Kronenblatt der Feuernelke (Lychnis fulgens) von der inneren Seite. *

* *o* Nagel; *l* Saum; *a* Blatthäutchen auf der Grenze beider.

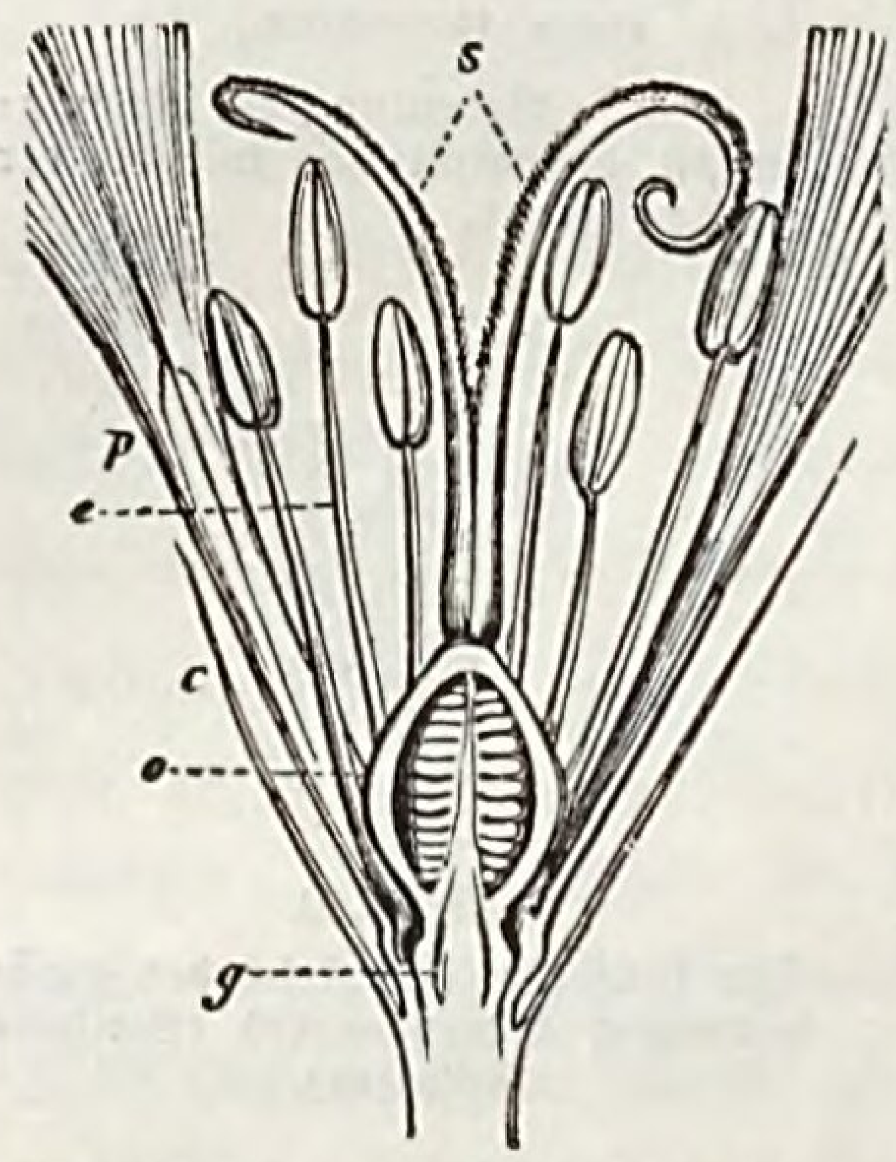


Fig. 685. Senkrechter Durchschnitt einer Blüthe der gemeinen Ziernelke (Dianthus caryophyllus), vergrößert. *

* *c* Kelch; *g* Verlängerung der Blüthenaxe oberhalb des Kelches; *p* Kronenblätter, von denen nur der Nageltheil gezeichnet ist; *e* Staubfäden in doppeltem Quirle; *o* Fruchtknoten, in welchem die Blüthenaxe als samentragendes Mittelsäulchen steht; *s* Griffel, mit Narbenfläche längs ihrer Innenseite.

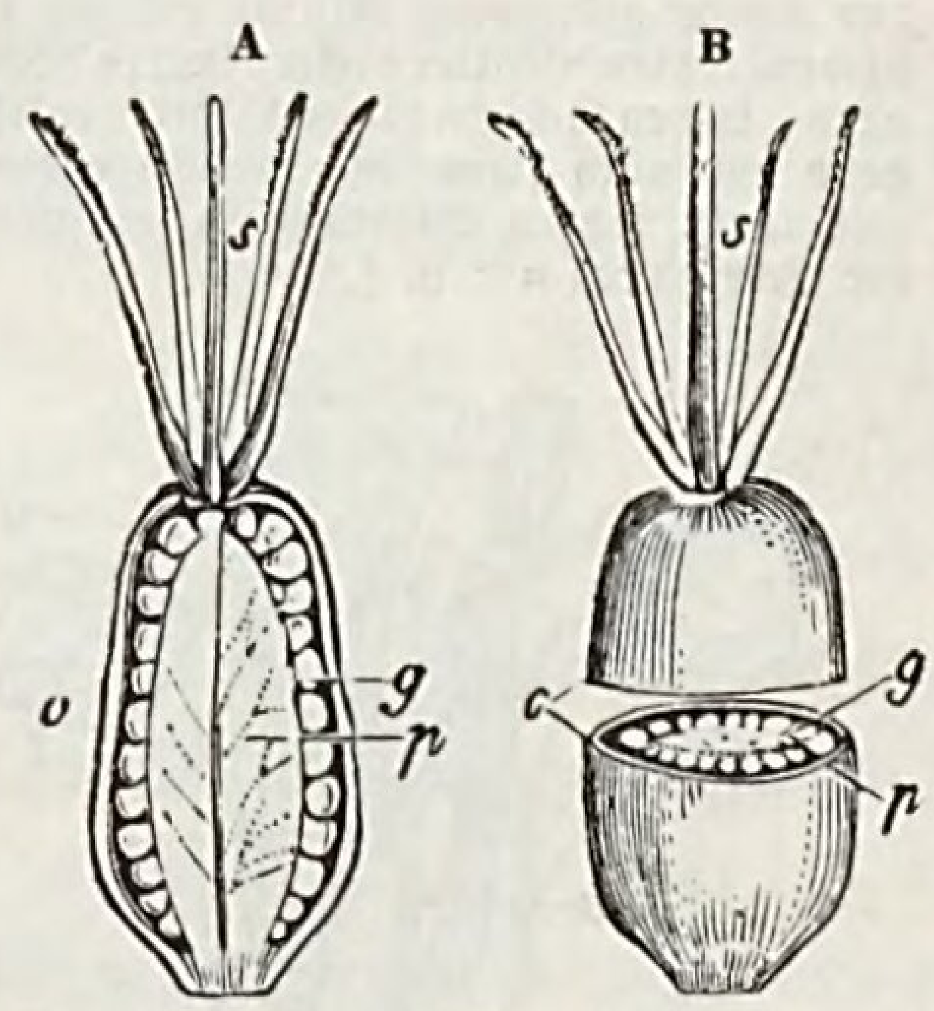


Fig. 586. Vergrößerte Darstellung des Fruchtknotens vom haarigen Hornkraute (Cerastium hirsutum). *

* A Senkrechter Durchschnitt; B Horizontaldurchschnitt; *s* fünf Griffel mit innerer Narbenfläche; *o* Fruchtknoten; *p* Samenträger; *g* Samenknöspchen.



Fig. 687. Vergrößerte Darstellung des Fruchtknotens des klebrigen Hornkrautes (Cerastium viscosum) nach dem Aufspringen. *c* Kelch; *p* Fruchtkapsel; *v* Zähnchen oder Klappen.

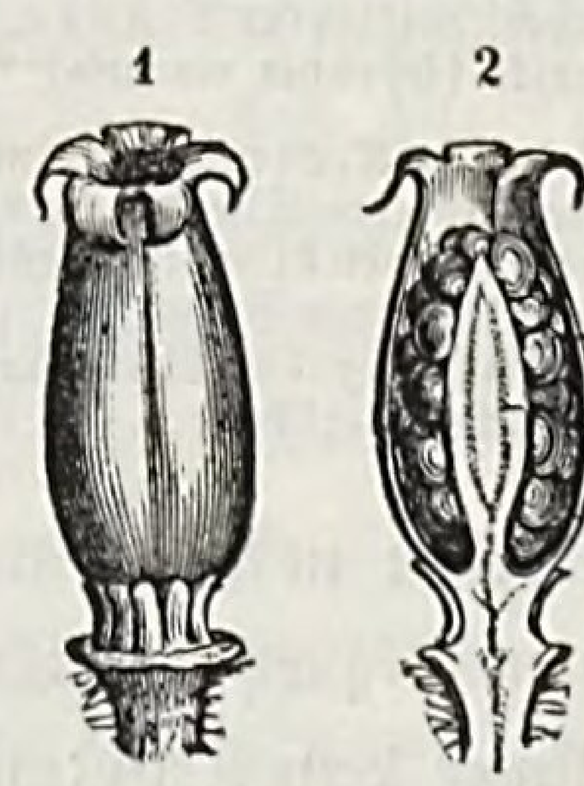


Fig. 688. Die Fruchtkapsel der Kornrade (Agrostemma githago) im Augenblicke des Aufspringens. *

* 1 Die ganze Fruchtkapsel mit fünf Klappenzähnen am Gipfel, geöffnet. — 2 Dieselbe senkrecht durchschnitten; *p* Samenträger; *g* Samenknospen.



Fig. 689. Ein Samenkorn der Kornrade, vergrößert. *

* 1 Das Samenkorn von außen. — 2 Dasselbe senkrecht durchschnitten; *t* Samendecken, von denen die äußere rauhstachelig warzig ist; *p* Perisperm; *e* Embryo.

(Fig. 683). Sehr häufig ist es, daß die Kronenblätter an ihrer inneren Fläche ein blattartiges Anhängsel (Fig. 679, a) tragen, welches fast wie eine Verdoppelung des Blattes selbst aussieht (Fig. 684); es scheint dasselbe dem Blatthäutchen der Grasblätter (Seite 822) verglichen werden zu müssen, und würde demnach die auffallende Verschiedenheit von Nagel und Saum so zu erklären sein, daß ersterer dem Blattscheidentheile, letzterer der eigentlichen Blattspreite entspräche — eine weitere höchst auffallende

Erinnerung an die Gramineen, mit denen die Tracht der Caryophylleen so vielfach übereinstimmt! Manchen Caryophylleen fehlen die Kronenblätter gänzlich. Die Staubfäden sind in einfachem oder doppeltem Quirle vorhanden. Der Fruchtknoten (Fig. 685) besteht aus meistens fünf, oft drei oder sechs, Karpellen, welche mit zwei bis fünf Griffeln endigen, die ihrer ganzen inneren Fläche nach den Namen von Narben verdienen. In demselben befindet sich das Ende der Blüthenaxe als Mittelsäulchen ganz mit Samenknospen bedeckt und etwas angeschwollen (Fig. 686), wie bei den Primelblüthlern. Die bei der Form der Narben einigermaßen erschwerte Befruchtung wird bei diesen Pflanzen durch vielfach abwechselnd sich wiederholende Oeffnung und Schließung der Blüthen vermittelt. Nach der Fruchtreife springt der Fruchtknoten, welcher dann eine dürre Kapsel darstellt, an seiner Spitze fünf- oder zehntheilig auf (Fig. 687 und 688). Die Samenknospen entwickeln sich zu Samen, innerhalb deren der Embryo vollständig kreisförmig gekrümmt liegt und, bei völligem Mangel eines Endosperms, welches vom Embryo nach seiner Bildung gänzlich wieder verdrängt ist, ein beträchtliches Perispermgewebe des ursprünglichen Knospenkernes umgibt (Fig. 689).

Die Caryophylleen sind vorzugsweise in den gemäßigten Zonen einheimisch, besonders im südlichen Europa und nördlichen Afrika sind diejenigen derselben, welche schönere Blüthen besitzen, charakteristische Mitglieder der Flora. Sie betragen dort etwa $1/30$ der Samenpflanzen.

Den Caryophylleen sehr nahe verwandt sind die Paronychieen (Paronychieæ) und Scleranthheen (Scleranthеæ), sowie die Phytolacceen (Phytolacceæ), Familien, welche keine bemerkenswerthe Eigenthümlichkeiten der Organisation und keine wichtige Pflanzengattungen darbieten.

Zwanzigste Ordnung.

Die Malvenblüthler. Malvifloræ.

Die Stock- oder Pappelrose (Althæa rosea) unserer Gärten, die Zierde des Spätsommers, ist nebst der sogenannten Käspäppel (Malva sylvestris), einem überall gemeinen Unkraute, ein vielbekanntes Beispiel für die charakteristischeste Familie einer Gruppe sehr zahlreicher Pflanzenarten, welche man wegen gewisser Aehnlichkeiten der Blüthenbildung als Malvenblüthler bezeichnen kann, während mancherlei Unterschiede die Sonderung derselben in viele Familien fordern.

Die Familie der Malvengewächse (Malvaceæ) umfaßt außer den Malven und Eibischpflanzen, deren mehrere Arten bei uns einheimisch sind, besonders auch die Baumwollpflanzen. Alle haben gelappte oder handförmig getheilte Blätter; dabei sind die einen Kräuter, freilich mit „perennirender Wurzel" (Fig. 690), die anderen einjährige, oft sehr hohe Stauden, ebenfalls mit perennirenden unterirdischen Axen, noch andere Bäume, und zwar zum Theil solche von ungeheurer Größe. Von allen diesen Trachten finden sich unter den Malvaceen auch Baumwollpflanzen: die gemeine Baumwollpflanze, welche in hunderten von Varietäten im südlichen Asien, in den Ländern um das Mittelmeer und im ganzen wärmeren Amerika gezogen wird, ist bald krautartig (Fig. 691), bald strauch- oder baumartig; der



Fig 690. Die »perennirende Pfahlwurzel« — unterirdische perennirende Are — der rundblätterigen Käspäppelmalve (Malva rotundifolia); am oberen Theile schon im Boden verzweigt.



Fig. 691. Die krautartige Varietät der gemeinen Baumwollpflanze (Gossypium herbaceum).

Seibabaum oder Seidenwollbaum Amerika's zeichnet sich mitunter durch eine wunderliche, einem ungeheuren Kohlrabenknollen ähnelnde, zwischen Wurzel und Gezweig dick aufgeschwollene Gestalt des übrigens festholzigen Stammes aus. Endlich gehört noch in die nämliche Familie der Baobab oder Affenbrodbaum (Adansonia digitata), der dickstämmigste Baum der Erde, welcher mitunter 30 Fuß im Durchmesser des Stammes und 150 Fuß in der Ausdehnung des Gezweiges mißt.

Die Blüthen der Malvaceen (Fig. 691 bis) sind meistens ansehnlich, viele ausgezeichnet schön; es herrscht in denselben die Fünfzahl. In der Knospenlage sind die Kelchblätter klappig zusammengelegt (Fig. 692), die Kronenblätter dagegen jedes mit der linken Seite des Saumes über das nächst benachbarte geschlagen und dabei gefaltet (Fig. 693 und 693 bis). Die letzteren entwickeln sich sehr spät; kurz vor dem Aufblühen der Knospe bemerkt man sie bei manchen Arten noch kaum als sehr kleine, von den Kelchblättern verdeckte Schuppen (1), dann aber nehmen sie plötzlich rasch eine starke Entwicklung an und treten lang aus dem Kelche hervor, so daß dieser sich schon völlig öffnen muß, während die Krone noch ganz in der



Fig. 691 bis. Die Blüthe der gemeinen Käspäppelmalve (Malva sylvestris). *

* s Die Nebenblättchen des fehlenden Blattes, in dessen Achsel der Blüthenstiel entsprungen ist.

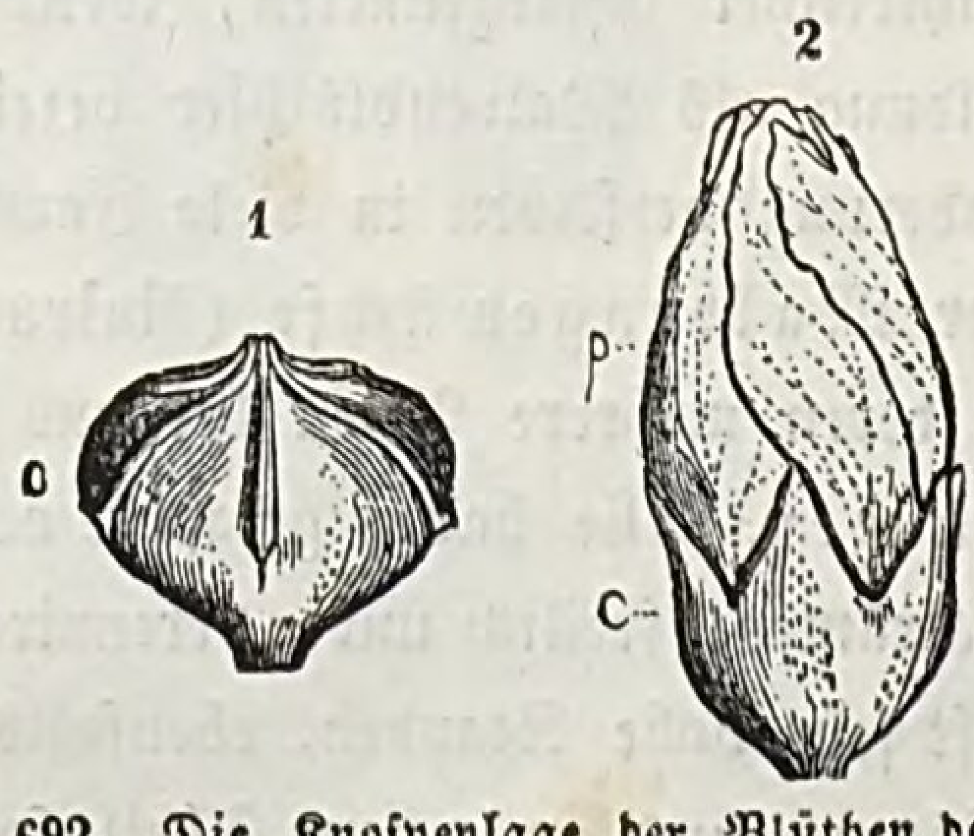


Fig. 692. Die Knospenlage der Blüthen der gemeinen Stockrose (Althæa rosea) *

* 1 Die Knospe, an welcher noch der Kelch allein bemerkbar ist, während die noch sehr kleinen Kronenblätter unter diesem verborgen liegen. — 2 Dieselbe nahe vor dem Aufblühen mit entwickelten Kronenblättern. — c Kelch, dessen Blätter klappig einander berühren; p Krone, deren Blätter gedreht sind.



Fig. 693. Diagramm der Stockrosenknospe; c die fünf klappig einander berührenden Kelchblätter, p die 5 auswärts links gefalteten Kronenblätter, die inneren Organe sind weggelassen.

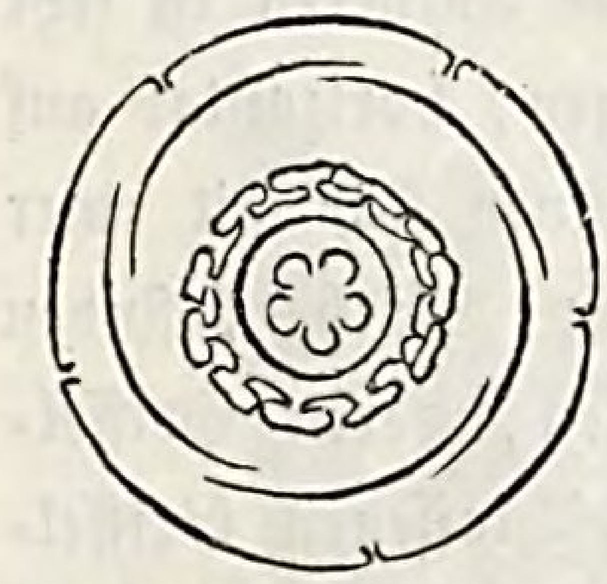


Fig 693 bis. Vollständiges Diagramm einer Blüthe der gemeinen Käspäppelmalve. Der Kranz innerhalb der Kronenblätter bezeichnet die vereinigten Staubfäden.

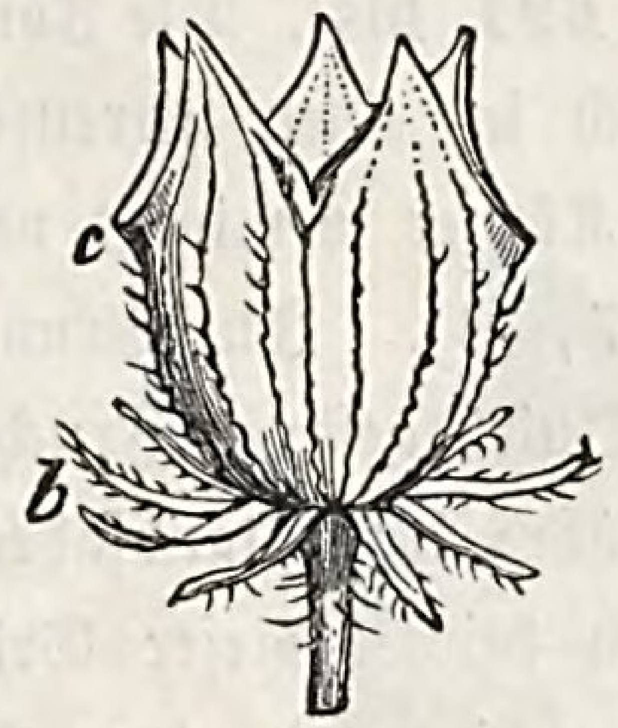


Fig. 694. Der Kelch *c* einer Malvacee aus dem Geschlechte Hibiscus mit seinem, aus den Deckblättchen *b* gebildeten Außenkelche.

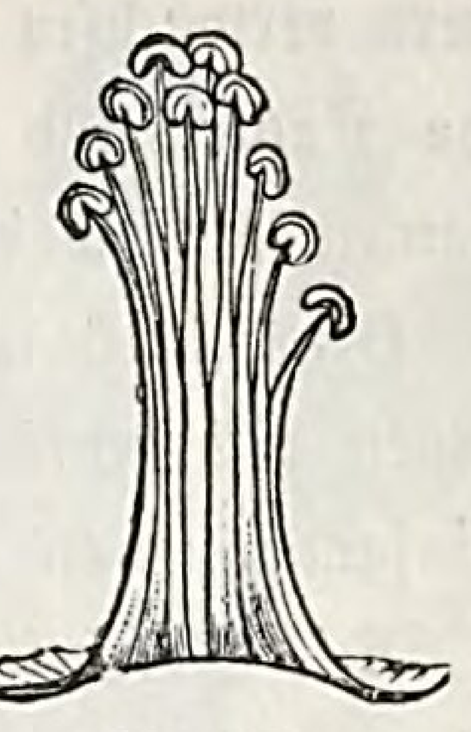


Fig. 695. Ein Theil der durch Vereinigung der Staubfäden gebildeten Röhre aus der Blüthe der Mennigmalve (Malva miniata), einem der fünf Büschel entsprechend, mit den Antheren, vergrößert.



Fig. 696. Die Anthere des gebräuchlichen Eibisch (Althæa officinalis) vergrößert. *

* *f* Filament; *l* vereinigte Antherenfächer.

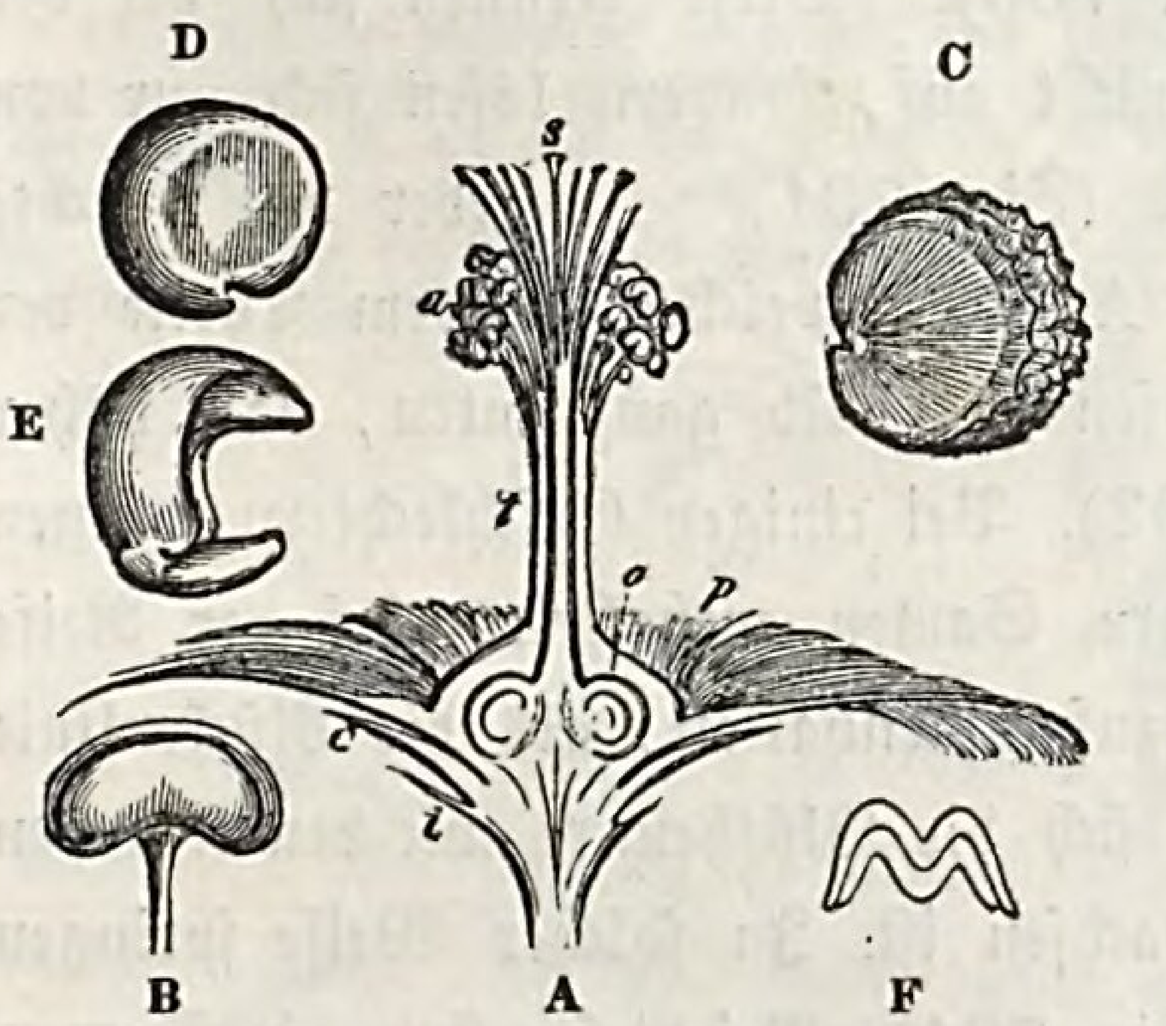


Fig. 697. Blüthe und Same der Käspäppelmalve, vergrößert. *

* A Senkrechter Durchschnitt der Blüthe; *i* Deckblätterkelch; *c* eigentlicher Kelch; *p* Krone; *t* Röhre der monadelphischen Staubgefäße, unten über dem Fruchtknoten gewölbartig erweitert und an ihrer Grundfläche mit den Kronenblättern verwachsen, oben dagegen in eine große Menge von Staubfäden zertheilt, welche die Antheren *a* tragen; *o* Fruchtknoten; *s* die zahlreichen, oben getrennten, unten in eine Säule vereinigten Griffel — B Der obere Theil eines Staubfadens mit der Anthere, vergrößert. — C Eine der Früchte, aus dem Fruchtquirle genommen — D Das Samenkorn, aus der Frucht genommen. — E Der Embryo, aus dem Samenkorn genommen. — F Querschnitt durch die Mitte des Embryo, um die Lage der Cotyledone zu zeigen.

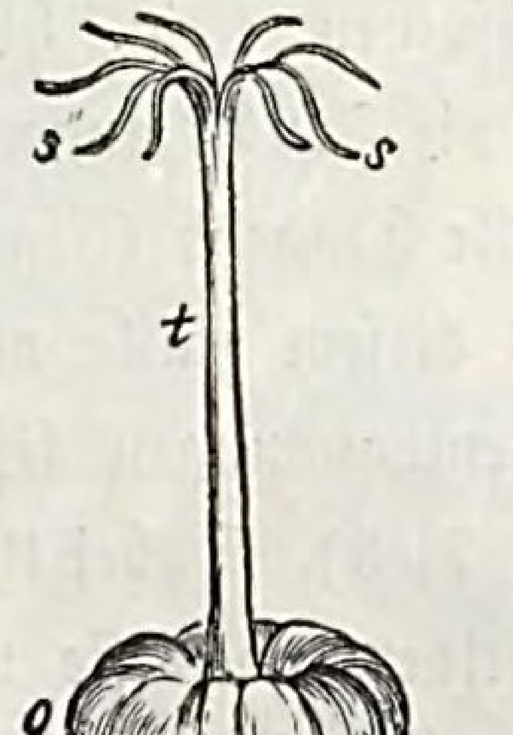


Fig 698. Der Stempel der Eibischmalve (Malva alcea), doppelte Größe. *

* *o* Die Fruchtknoten, eng zusammengedrängt, aber nicht völlig verwachsen; *t* Griffelsäule; *s* die freien, narbentragenden Enden der Griffel.

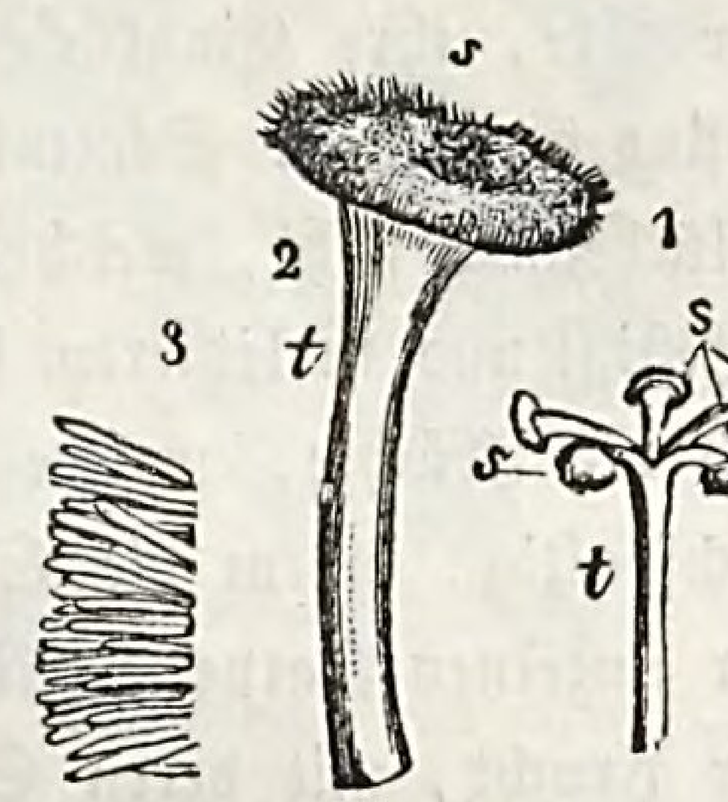


Fig. 699. Griffelbildung des Sumpfhibiskus (Hibiscus palustris). *

* 1 Die Spitze der Griffelsäule *t* mit den fünf Griffelenden, deren jeder in eine Narbe *s* endigt.
2 Eines dieser Griffelenden *t* mit der Narbe *s*, stärker vergrößert.
3 Ein Theil der haarförmigen Papillen der Narbenoberfläche, noch stärker vergrößert.

Knospenlage verharrt (2). Ausnahmsweise bleiben bei einigen Malvaceen die Kronenblätter ganz unentwickelt. Der Kelch erscheint bei manchen Arten verdoppelt, indem nämlich eine Anzahl von Deckblättchen (Bracteen) unmittelbar unter dem eigentlichen Kelche einen, meistens etwas unregelmäßigen, Quirl, den sogenannten **Außenkelch**, darstellt (Fig 694), welcher oft recht geeignet ist, die völligste Uebereinstimmung des Kelches mit den Deckblättern durch die größte Formenähnlichkeit hervorzurufen. Die Kronenblätter sind ganz unten an ihrem Grunde ein wenig mit einander verwachsen, so daß dieselben, nach der Befruchtung abfallend, sich gemeinsam ringförmig um den Grund des Fruchtknotens ablösen. Ihr Umriß ist herzförmig, ein wenig schief, indem sie nach der Seite, welche in der Knospenlage sich äußerlich über das nächst benachbarte legt, stärker entwickelt sind; gleichwohl erscheint die ganze Krone höchst regelmäßig. Die zahlreichen **Staubfäden** sind sämmtlich zusammengewachsen und bilden so eine Röhre, welche sich über ihrem Ursprunge sogar noch verengt und welche oben in fünf Büschel von Fäden ausläuft, auf denen die Antheren stehen (Fig. 695). So vereinigte Staubfäden pflegt man **einigverbrüdert** oder **monadelphisch** zu nennen. Die Röhre der Filamente ist unten

mit den Kronenblättern verwachsen (Fig. 691 bis). Die Form der Antheren ist sehr charakteristisch; beide Fächer sind nämlich in einen nierenförmigen, horizontal auf der Spitze des Filamentes schwebenden Körper vereinigt und öffnen sich mit einer gemeinsamen Spalte (Fig. 696 und 697, B). Im Grunde der Blüthe befinden sich zahlreiche, in einen dichtgedrängten Quirl gestellte Fruchtknoten, deren Griffeltheile zu einer gemeinsamen, von der Röhre der Staubfäden umschlossenen Griffelsäule vereinigt sind. Die Zertheilung am Gipfel dieser Griffelsäule zeigt die Zahl der einzelnen Griffel an; jeder derselben endigt mit einer Narbe, deren Form verschieden ist (Fig. 698 und 699). Die Blüthenaxe endigt zwischen den Fruchtknoten und ist an ihrem Gipfel mit den Griffeln verwachsen. Nach der Blüthezeit bleibt der Kelch unter den Fruchtknoten stehen (Fig. 700). Diese trennen sich bei der Reife von einander, springen indessen meistens nicht auf, sondern lösen sich nur von der Axe, ihre Eindrücke an dieser zurücklassend (Fig. 701). In jeder der Früchte befindet sich ein Samenknöspchen (Fig. 697, A, o), welches an dem Theile der Blüthenaxe steht, welchem die Frucht angewachsen ist, bald ganz unten, bald höher befestigt und in letzterem Falle hangend (Fig. 702). Bei einigen Geschlechtern trennen sich die Früchte, welche in diesem Falle mehrere Samen enthalten, bei der Reife fachspaltig, indem die Seitenwandungen fester zusammenhalten, als die Rückenlinie der einzelnen Karpelle (Fig. 703). Dabei theilt sich die Blüthenaxe mit den Klappen der Frucht, mit deren Scheidewänden sie verwachsen ist. In solcher Weise springen auch die Früchte der Baumwollenpflanzen auf (Fig. 704). Bei diesen sind die Samen auf ihrer äußeren Haut mit sehr langen, büschelig zusammenstehenden Haarzellen bedeckt, welche sich bei der Reife ausstrecken, dadurch die Frucht von innen drängen und aus derselben hervorquellen, sobald sie sich öffnet, was mit einem schwachen Knalle geschieht. Diese Samenhaare sind die **Baumwolle**, um derentwillen diese Pflanze schon seit alten Zeiten im südlichen Asien allgemein benutzt wurde und jetzt über alle wärmeren Ländern der ganzen Erde verbreitet ist. Die Samenhaare dienen der Natur zur Verbreitung der Samen; denn kaum ist die Frucht aufgesprungen, so entführt schon ein Lüftchen die weißen Flocken und die von denselben umhüllten Körner. Die Baumwollenhaare sind als ausgetrocknete Pflanzenzellen, welche unter dem Mikroskope bandartig flach zusammengefallen erscheinen, in hohem Grade hygroskopisch und krümmen sich daher lebhaft, wenn man sie anhaucht — ein Merkmal, durch welches man sie von Seidenfäden, sowie von den minder dieser Eigenschaft

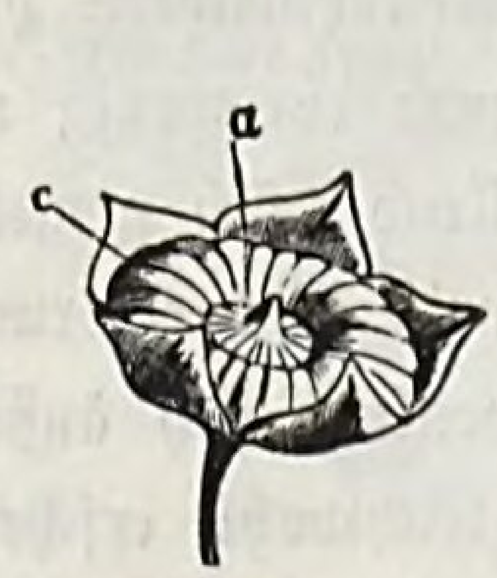


Fig. 700. Fruchtstand der rundblätterigen Käspäppelmalve (M. rotundifolia). *

* c Kelchblätter, welche den Quirl von Früchten umgeben; a Gipfel der Blüthenaxe, über welchem früher die Griffelsäule stand.

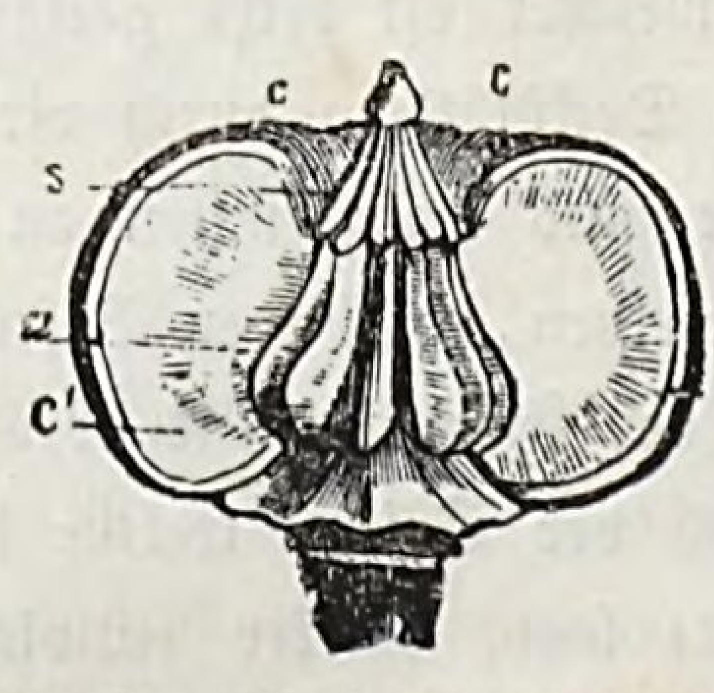


Fig. 701. Der nämliche Fruchtstand, stärker vergrößert, nach der Lostrennung der einen Hälfte der Früchte; a die Blüthenaxe, welche die Eindrücke der losgetrennten Früchte zeigt; cc die stehen gebliebenen Früchte; c'c' die Seitenflächen der beiden vordersten Früchte; s Ueberreste der Griffel.

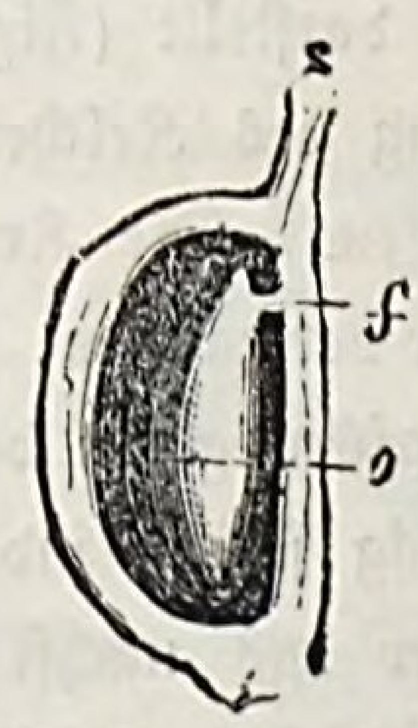


Fig. 702. Eine der Früchte der Nuttalia (Nuttalia corasoides), senkrecht durchschnitten, vergrößert. *

* s Griffel; o hangende Samenknospe; f Nabelstrang, welcher die Knospe an den mit der Frucht verwachsenen Theil der Blüthenaxe befestigt.

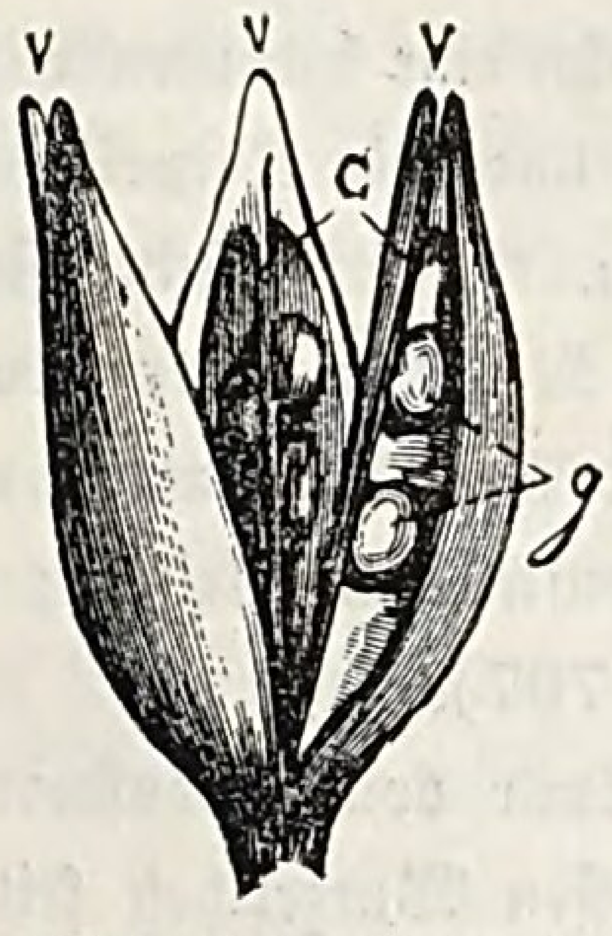


Fig. 703. Die Kapselfrucht des indischen Hibiskus (Hibiscus esculentus), aufgesprungen.*

* *VVV* Die drei Klappen, deren jede aus je einer Hälfte zweier verschiedener Karpelle besteht; *C* die auf der Mitte der Klappen stehenden Scheidewände, an deren jede ein Theil der die Samen tragenden Blüthenaxe angewachsen ist.



Fig. 704. Die gemeine Baumwollenpflanze, mit Blättern, Blüthenknospe, Blüthe und aufgesprungener Frucht.

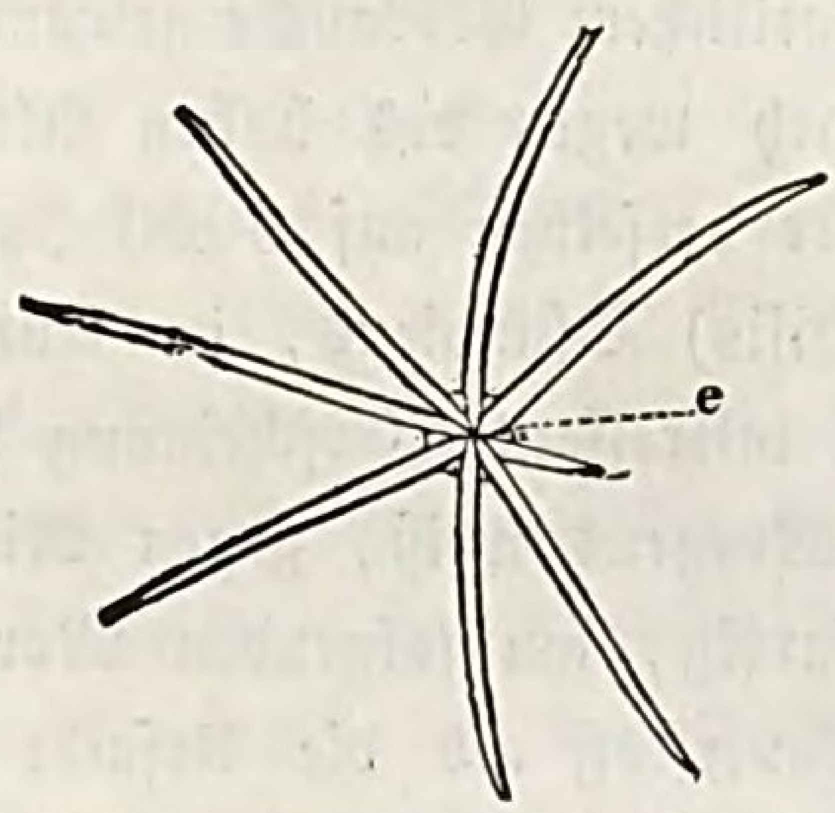
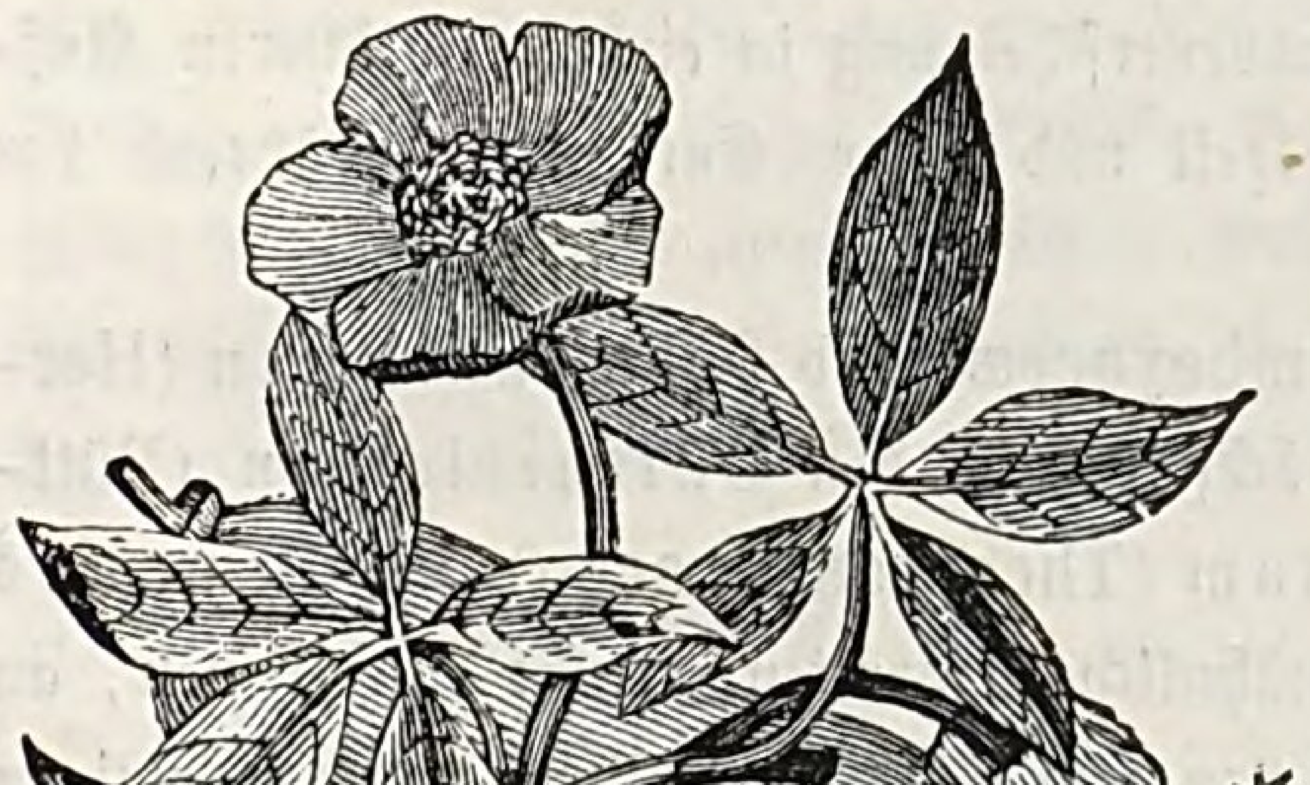


Fig. 705. Eine sternförmige Gruppe von einzelligen Haaren von der Epidermis *e* des Blattes einer Stockrose (Althaea rosea), vergrößert.



Fig, 706. Ein Zweig mit Blättern und Blüthe, sowie eine Affenbrodfrucht des Baobab (Adansonia digitata).



Fig. 707. Ein Zweig mit Blättern, Blüthen und jungen Früchten, nebst einer ganzen und einer durchschnittenen reifen Zibethfrucht des Durionbaumes (Durio zibethinus).

theilhaftigen Hanf- und Flachsfasern leicht unterscheiden kann, selbst in den künstlichsten und täuschendsten Geweben. Bei allen Malvaceen findet eine große Neigung der Epidermiszellen zu haarförmiger Ausdehnung statt; Stengel, Blätter und Kelch sind bei allen haarig, oft wahrhaft filzig. Auf den Blättern der Stockrose stehen sie in schönen sternförmigen Gruppen (Fig. 705), und eben solche finden sich bei dieser und bei fast allen Malvaceen, besonders aber bei den Baumwollpflanzen auf den Kelch- und sogar auch auf den Kronenblättern. Freilich erreichen sie nirgends eine solche Länge, als auf der Samenschale der Baumwollpflanzen und der Wollen-

bäume. Bei den afrikanischen Baobabs erreicht die Frucht eine bedeutende Größe, indem sie einer oft mehr als fußlangen Gurke ähnelt und die Karpelle sich zu einem beträchtlich dicken, mehligen Fruchtfleische entwickeln. Diese Früchte sind das sogenannte Affenbrod (Fig. 706), die Speise zahlloser Menschen. Der Durionbaum des südöstlichen Asiens trägt melonenähnliche, aber äußerlich stachlig warzige Früchte, die sogenannten Zibethäpfel, mit knoblauchduftendem Fleische, welche dort ebenso für Viele das „tägliche Brod" bilden (Fig. 707).

Die Samen der Malvaceen enthalten ohne eine Spur von Endosperm oder Perisperm nur den Embryo (Fig. 697, D, E, F), dessen Würzelchen seitlich in eine Falte der Cotyledonen eingedrückt liegt.

Man kennt bereits gegen tausend Arten von Malvaceen, von denen die große Mehrzahl der heißen Zone angehört. Schon im kälteren Theile der gemäßigten Zone fehlen sie und in der kalten findet man keine derselben. Keine dieser Pflanzengattungen enthält ausgezeichnete Substanzen, nur süßlicher, milder Schleim charakterisirt sie, und dieser wird von einigen derselben zu arzneilichem Gebrauche gewonnen.

Die Baobabs in Senegambien sind bemerkenswerth wegen des hohen Alters, welches sie erreichen. Man berechnet das Alter mancher derselben auf 6000 Jahre.

Der wandelbare Hibiskus (Hibiscus mutabilis) Ostindiens, in Europa mitunter als Zierpflanze gezogen, bietet eine höchst interessante Erscheinung dar. Die Kronenblätter der Blüthen dieser Malvacee sind Morgens weiß, gegen Mittag werden sie blaßröthlich und am Abend sind sie rosenfarbig, am folgenden Morgen jedoch wieder weiß. Da wir schon mehrfach den Sauerstoff als die Ursache der Farbigkeit von Mischungen kennen lernten, welche ohne Hinzutritt des Sauerstoffes farblos waren — Chlorophyll, Isatin, Indigweiß — und da wir ferner wissen, daß die Aufnahme von Sauerstoff durch die Pflanzen unter der Einwirkung des Lichtes geschieht, so scheint die erwähnte Farbenerscheinung in einer reichlicheren Aufnahme von Sauerstoff während der Tageszeit und einer Entsäurung während der Nachtzeit ihren Grund zu haben.

Die Familie der Dombeyaceen (Dombeyaceæ) und Hermanniaceen (Hermanniaceæ) enthalten keine wichtigere Gewächse. Unter den Büttneriaceen (Büttneriaceæ) dagegen verdient der Kakaobaum (Theobroma cacao) Mittelamerika's Erwähnung, wegen seiner in einer gurkenähnlich geformten Frucht enthaltenen, an aromatischem und fettem Oele reichen, ganz von dem Embryo erfüllten mandelförmigen Samen, der sogenannten Kakaobohnen, aus welchen man die Chocolade bereitet. Das aus diesen Samen ausgepreßte Fett ist nicht flüssig bei gewöhnlicher Lufttemperatur, sondern butterartig; man nennt es daher Kakaobutter. Die Familie der Stinkbäume (Sterculiaceæ) enthält mehrere afrikanische, durch übeln Geruch ausgezeichnete Bäume, deren Karpelle sich in besonders auffallender Weise als zusammengelegte Blätter darstellen. Wichtiger ist uns die Familie der Lindengewächse (Tiliaceæ), zu welcher unsere Linden (Fig. 708), außerdem freilich fast nur tropische Gewächse gehören. In Gärten sieht man häufig den Ranunkelstrauch oder die Japonika (Kerria s. Corchorus japonica) aus Japan, durch schöne gelbe, meistens gefüllte Blüthen eine Zierde der Lustgebüsche. Die Linde, durch ihren herrlichen Wuchs, ihre dichtschattende Laubkrone und durch den wundervollen Duft ihrer Blüthen unser schönster vaterländischer Baum, mehr denn die Eiche der Kälte trotzend und daher

weit im Nordlande verbreitet, ist in vieler Beziehung unserer Aufmerksamkeit werth. Ihre jungen Stämme und Zweige, deren Mark auf dem Querschnitte viereckig erscheint, besitzen ausgezeichnet dichte und feine **Bastschichten**, welche durch Maceration, d. h. durch Einweichung in Wasser bis zu beginnender Fäulniß und Auflösung des Parenchyms, von einander getrennt werden können. Man gewinnt auf diese Weise in einem großen Theile Nordrußlands und Sibiriens den Lindenbast in ungeheurer Menge, und verfertigt dort nicht allein die bekannten Matten, welche so vielfach zu Verpackungen oder zu Bodenteppichen benutzt werden, sondern auch Kleider, vorzüglich aber Schuhe, aus demselben. Ein russischer Bauer gebraucht jährlich immerhin 100 bis 150 Paar solcher Schuhe, zu deren jedem der Bast von einem halben Dutzend junger Lindenstämmchen erforderlich ist. In den Zwischenzellengängen der Linde ist Gummi enthalten, welches dem Gummi der Cykadeen ganz gleich ist. Nach der Form des Markes sollte man erwarten, daß die Blätter, je viere auf einem Spiralumlaufe, an den Zweigen ständen; allein man findet sie in der That in der Einzweitelsstellung, wobei obendrein die Blattflächen alle nach einer Seite gekehrt sind (Fig. 709). Die Blüthenzweiglein tragen ein einziges schmales lanzettliches Blatt, welches bis zu seiner Mitte mit der Mittelrippe an jene angewachsen ist (Fig. 710). Fünf fein behaarte Kelchblätter und fünf Kronenblätter bilden das Perigon, innerhalb dessen zahlreiche Staubfäden stehen, welche nicht mit einander verwachsen sind und einen einfachen Griffel umgeben. Bei den eigentlichen Linden sind die Staubbeutelfächer gesondert, bei der ausländischen Unterfamilie der Eläocarpeen dagegen gleichen sie mehr denen der Malvaceen, indem sie mit einer Spalte gemeinsam aufspringen. Bei diesen stehen die Staubfaden auch in fünf Büscheln, deren jeder aber eine Anzahl antherenloser Fäden



Fig. 708. Die gemeine Linde (Tilia europæa).

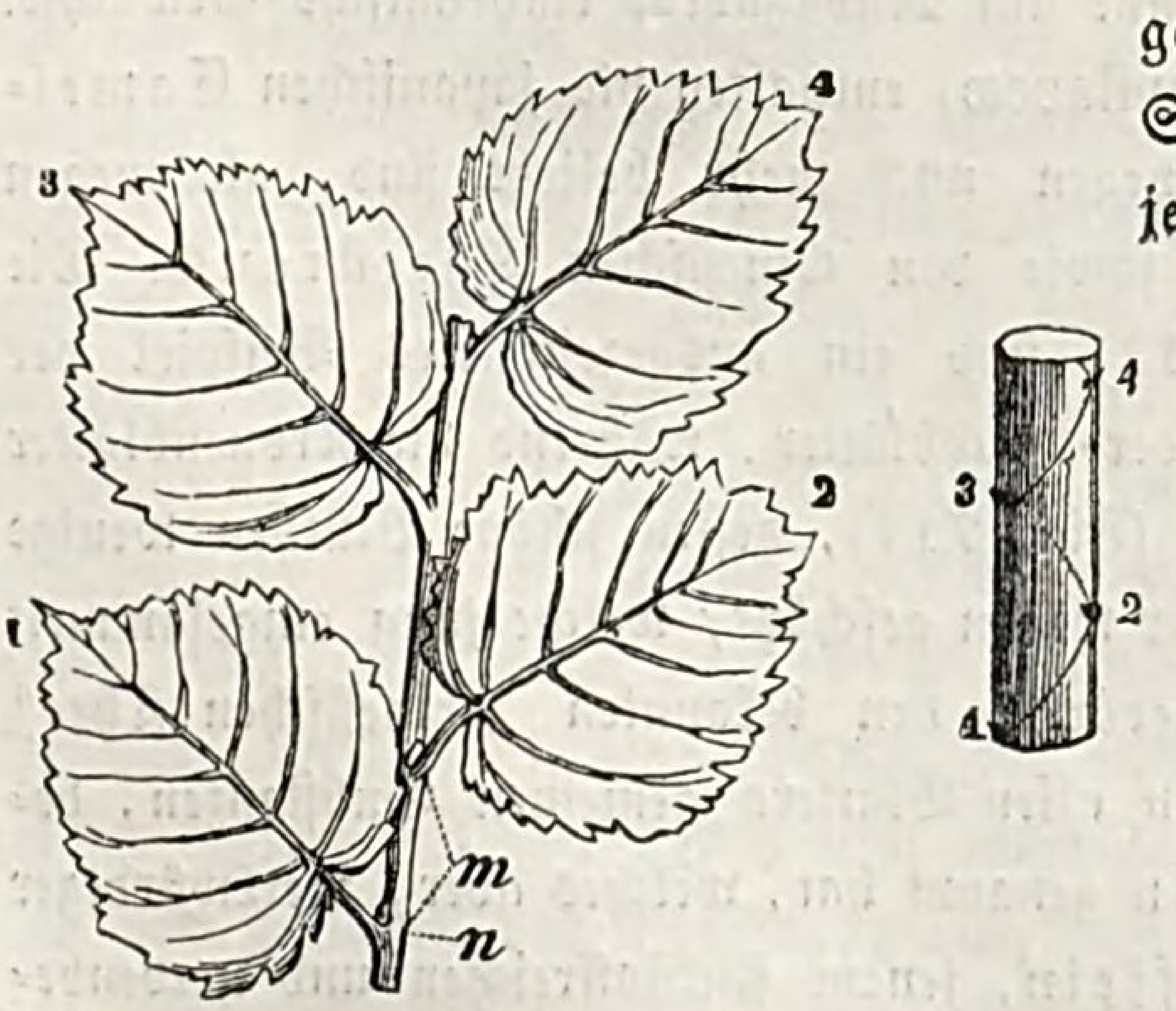


Fig 709. Ein Stück von einem Lindenzweige mit vier Blättern, d. h mit zwei Spiralumläufen der Blattstellung, deren Divergenzwinkel = 1/2 des Stengelumfanges ist. Daneben ein vergrößertes Stengelstück ohne Blätter mit Bezeichnung der Spirale und der Blattnarben. — *n* Knotenpunkt; *m* Internodium.



Fig. 710. Ein Zweig der Linde mit Blüthenzweiglein, an welche je ein Deckblatt angewachsen ist; 1/2 d. nat. Gr.

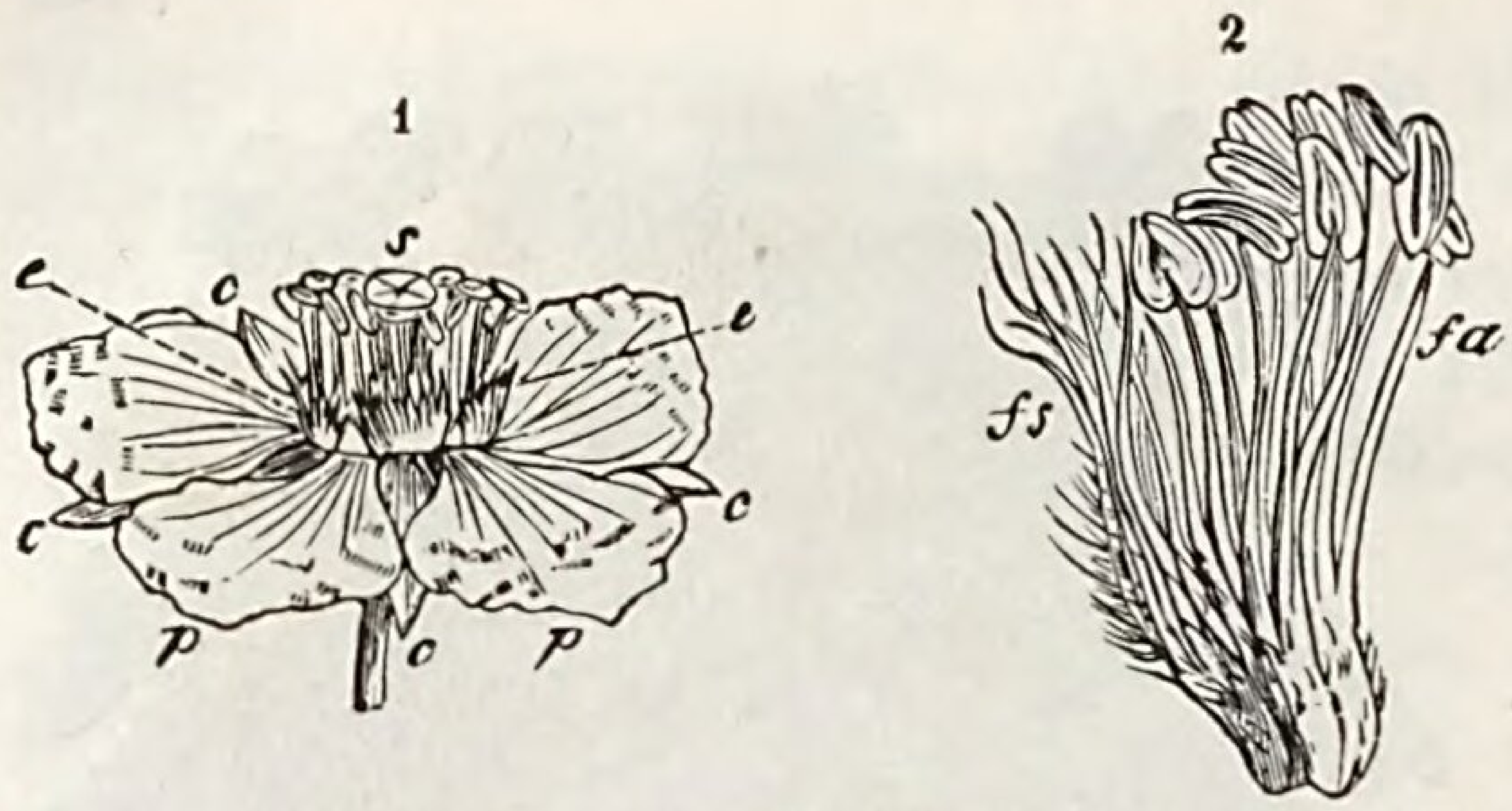


Fig. 711. Die Blüthe der Lühea (Lühea paniculata) aus der Familie der Tiliaceen (Eläocarpeen). *

* 1 Die Blüthe; c Kelchblätter; p Kronenblätter; e Staubfädenbüschel; s Narbe des Griffels, welche fünf Furchen besitzt. — 2 Einer der Staubfädenbüschel; fa antherentragende Staubfäden; fs antherenlose Filamente.

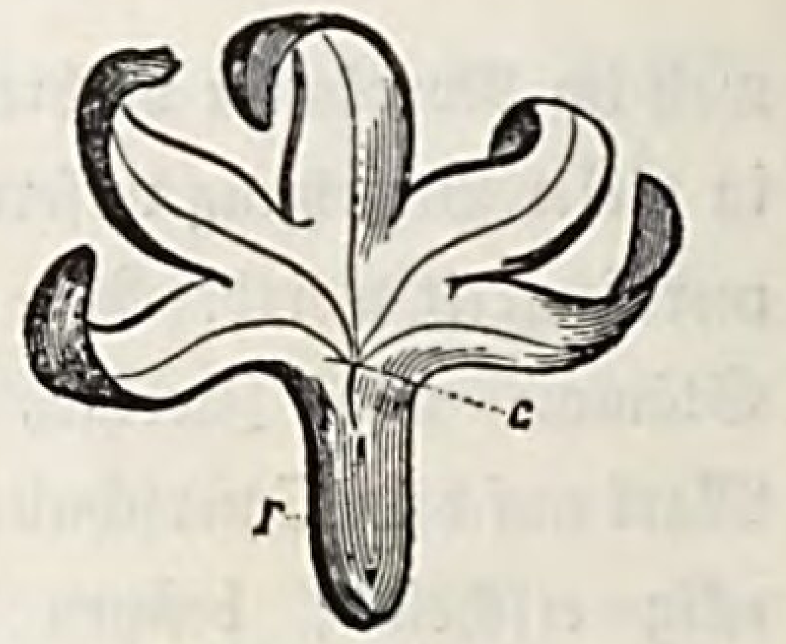


Fig. 712. Der Embryo der Linde, vergrößert. — r Axenorgan; c Cotyledon.

enthält (Fig. 711). Der Fruchtknoten der Tiliaceen besteht aus fünf ganz vereinigten Karpellen, deren jedes ein Fruchtfach bildet; der Griffel ist ebenfalls ganz vereinigt, nur zeigt er oft Spuren seiner Fünfzähligkeit durch Furchen. Die Zahl der Karpelle ist indessen sehr häufig vermindert, bei der gemeinen Linde meist auf zwei, drei oder vier, und durch Fehlschlagen ist dieser Fruchtknoten obendrein oft einfächerig, ein= oder zweisamig. Die Frucht ist eine harte, lederartige, feinbehaarte Kapsel, welche gar nicht aufspringt. Im Samen liegt ein Embryo von hoher Ausbildung, indem die Cotyledonen desselben schon ganz blattartig sind, mit Nerven und Randeinschnitten versehen (Fig. 712). Dennoch keimen die Samen erst im zweiten Jahre, ohne daß man den Grund dieser langen „Samenruhe" kennt. — Auch die Linde gehört zu den Bäumen, welche ein sehr hohes Alter erreichen. Die „große Linde" bei Neustadt am Kocher, auch „Neustadt bei dem großen Baume" genannt, war schon 1292 berühmt als einer der ältesten Bäume, mißt 32 Fuß im Umfange, und ihre Aeste sind seit alter Zeit mit hundert Säulen gestützt.

Die Familie der Dipterocarpeen (Dipterocarpeæ) enthält den ostindischen Zweiflügelnußbaum (Dipterocarpus turbinatus), so genannt wegen des nach dem Verblühen in zwei lange netzaderige Flügel auswachsenden Kelches, sowie den sumatrischen Kamferbaum (Dryobalanops camforifera). Die Chlänaceen (Chlænaceæ) sind wenig wichtige, fast nur auf Madagaskar einheimische Gewächse.

Die Ternströmiaceen (Ternstrœmiaceæ) enthalten die japanischen Camellien, welche ihrer herrlichen Blüthen wegen noch mehr beliebt sind, als wegen ihres schönen glänzend grünen Laubes, sowie den chinesischen Theestrauch. Die Blüthenknospen der Camellia (Fig. 713) sind ein ausgezeichnetes Beispiel der dachziegelartigen Knospenlage, besonders der Kelchblätter, während die Kronenblätter mehr gedreht liegen. Der Theestrauch (Fig. 714), dessen schöne Blüthen wenige Europäer kennen, wird mehr seiner Blätter wegen geschätzt, welche jung eingesammelt und nach dem Welken gerollt, dann gedörrt, den bekannten „chinesischen Thee" liefern. Dieselben enthalten, außer den in allen Blättern gemeinen Substanzen, besonders ein Alkaloid, welches man Thein genannt hat, welches aber, merkwürdiger Weise, ganz übereinstimmt mit dem Kaffein, jenem stickstoffreichen und nervenbelebenden Alkaloide, welches in dem Schwestergetränke des Thees, dem Kaffee, enthalten ist.

Die Familie der Clusiaceen (Clusiaceæ) enthält die Gummiguttbäume

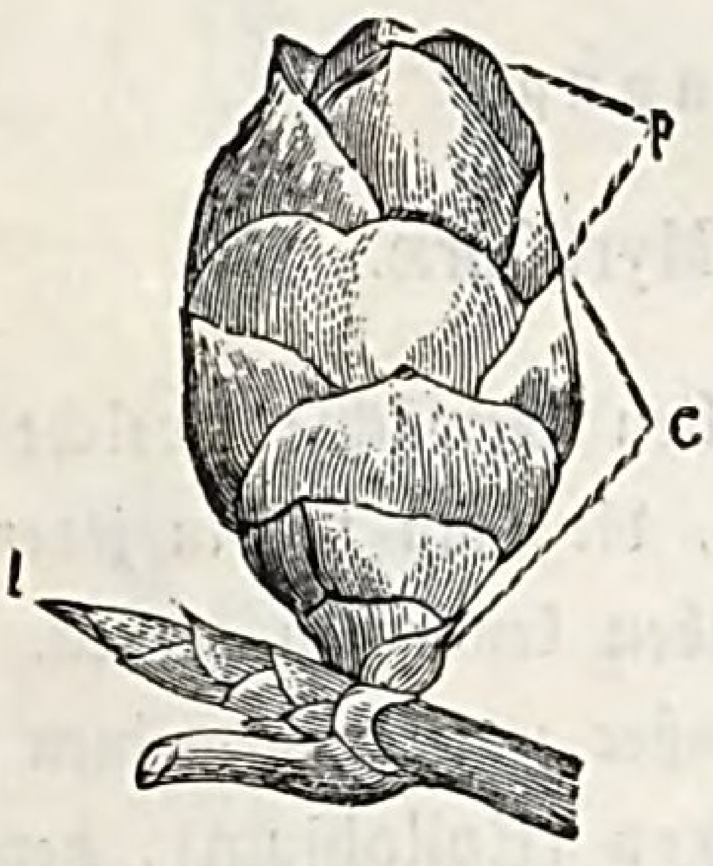


Fig. 713. Eine Blüthenknospe der Japanischen Camellia (Camellia japonica). *

* *l* Laubknospe; *c* Kelchblätter; *p* Kronenblätter, welche vor dem Aufblühen schon hervorragen.



Fig. 714. Ein Zweig des chinesischen Theestrauches (Thea chinensis) mit Blättern und Blüthen.

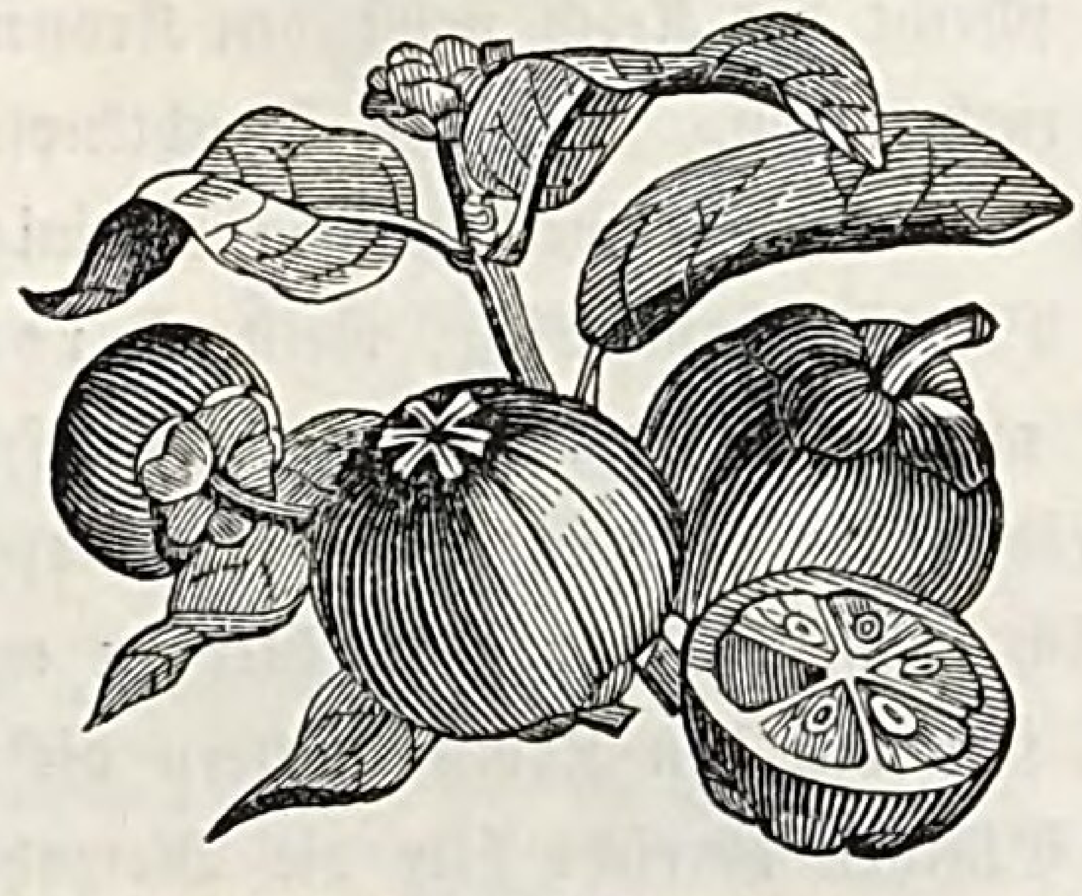


Fig. 715. Ein Zweig des Mangostanbaumes (Garcinia mangostana) mit Blättern und Blüthen, nebst reifen Mangusten, deren eine durchschnitten ist.

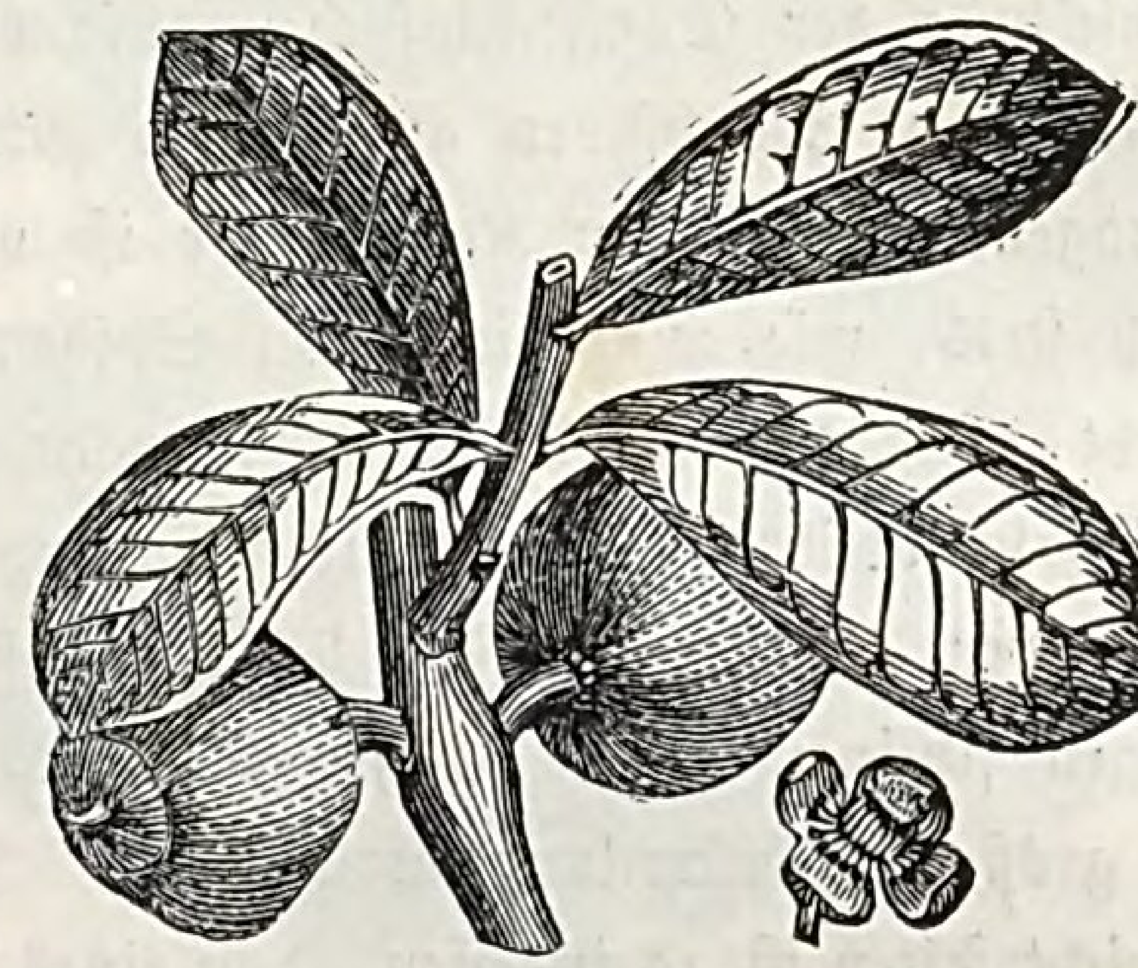


Fig. 716. Ein Zweig des Brustbaumes (Mammea americana) mit reifen Brustbirnen. Daneben eine Blüthe.

(Garcinia ceylanica), welche ein schön goldgelbes Gummiharz, das Gummigutt liefern, sowie die Mangostanbäume Ostindiens, welche in ihren Früchten, den Mangusten, ein köstliches Obst darbieten (Fig. 715). In Westindien speist man die Brustbirnen oder Mammai, die Früchte des Brustbaumes (Fig. 716). Einige Bäume derselben Familie besitzen sehr hartes Holz, sogenanntes Eisenholz, z. B. die Mesua (Mesua ferrea) Ostindiens.

Die Familie der Hartheugewächse (Hypericineæ) ist gleichmäßig, freilich mit sehr verschiedenen Gattungen, über die heiße und die gemäßigte Zone verbreitet. Die Gattungen des eigentlichen Hartheugeschlechtes (Hypericum) sind bei uns sehr gemein. Ihre Blüthen zeichnen sich aus durch die Vereinigung der Staubfäden in drei Büschel, die sogenannte Dreibrüderigkeit (Fig. 717). Mit den drei Büscheln wechseln ab die drei Griffel, welche auswärts gebogen stehen. Das sogenannte durchbohrte Hartheu (H. perforatum) besitzt in seinen Blättern sehr zahlreiche Drüsenzellen, welche mit Oel gefüllt und daher transparent sind, und den Blättern das Ansehen geben, als seien dieselben von zahllosen Nadelstichen durchlöchert. — Auch diese Pflanzen enthalten Farbstoffe, deren man sich zum Gelb- und Rothfärben bedienen kann.

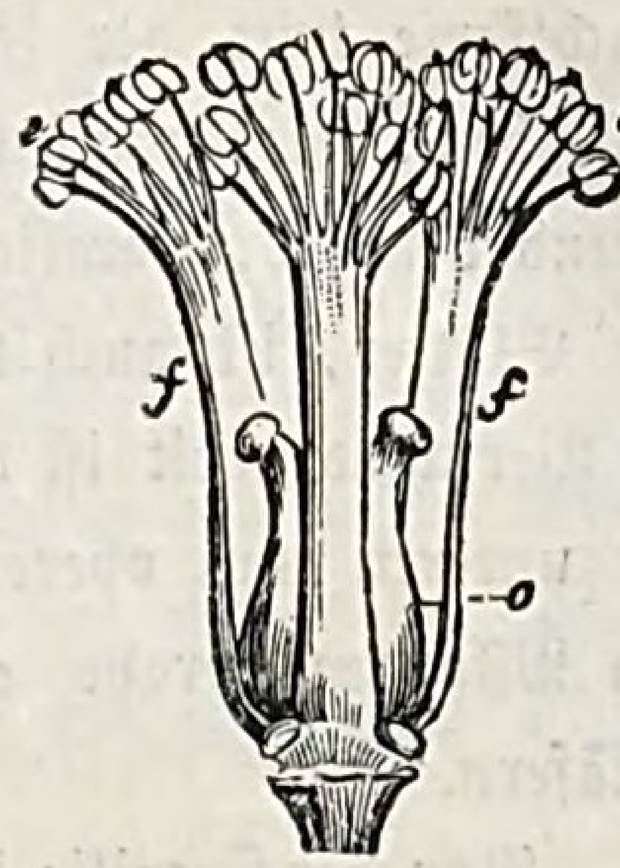


Fig. 717. Die Befruchtungswerkzeuge des ägyptischen Hartheu (Hypericum ægyptiacum). *

* *o* Fruchtknoten mit drei Fächern und drei, hier sehr kurzen, bei anderen Arten aber sehr langen Griffeln; *f* die drei Staubfädenbündel; *e* Antheren.

Einundzwanzigste Ordnung.

Die Myrthenblüthler. Myrtifloræ.

Nur einige Familien der Myrthenblüthler enthalten Gewächse, welche in Europa einheimisch sind; doch bieten manche Zierpflanzen, die man fast in jedem Hause und Garten antrifft, gute Gelegenheit, Beispiele derselben kennen zu lernen. — Zur Familie der Nachtkerzen (Onagrarieæ) gehören, außer unserer gemeinen Nachtkerze (Oenothera biennis) und den Weidenröschen (Epilobium), deren zahlreiche Arten in Sümpfen und feuchten Waldungen häufig sind, auch die jetzt so allgemein beliebten Fuchsien (Fuchsia). Bei allen diesen sind die Blüthenorgane dem Fruchtknoten völlig angewachsen, und da dieser an seinem mittleren Theile bei Entwicklung der Samenknöspchen anschwillt, so scheint der Kelch nebst den Kronenblättern und Staubfäden auf seinem Gipfel zu entspringen. Der den Fruchtknoten überragende Theil der Kelchblätter ist oft noch eine Strecke weit röhrig vereinigt, jedoch stets, wie auch die freien Spitzen dieser Blätter, buntfarbig, meistens roth gefärbt, wie die Kronenblätter, während der mit dem Fruchtknoten verwachsene Theil grün bleibt. Die Kronenblätter und Staubfäden sind mit dem Kelche verwachsen, bis zu dem Punkte, wo die Blätter desselben sich trennen, so daß sie hier zu entspringen scheinen (Fig. 718). Die Staubfäden sind mit den Kronenblättern oft in noch größerer Erstreckung verwachsen. In den Blüthen herrscht hier die Vierzahl; gar nicht selten ist es indessen, daß eines der vier Blätter jedes Quirles etwas breiter ist, als die übrigen, daß die Spitze desselben getheilt ist, oder daß vollständig fünf Blätter erscheinen. Es scheint die Vierzahl somit in diesem Falle durch regelmäßige Vereinigung von zwei Blättern eines fünfzähligen Quirles entstanden zu sein. Uebergänge der Staubfäden in Kronenblätter sind auch sehr häufig bei den Fuchsien zu beobachten. Der Fruchtknoten enthält vier Fächer, in deren jedes eine zweifache, senkrechte Reihe von Samenknospen, welche an dem Mittelsäulchen befestigt sind, hereinragt (Fig. 719). Die Pollenzellen der Nachtkerze benutzten wir schon früher (Seite 705) zur Darstellung des Vorganges der Pollenschlauchbildung; ebenso (Seite 755) die Entwicklung der Keimzelle des Embryo. Bei den Blüthen der Nachtkerze tritt der Fall ein, daß dieselben Abends sich öffnen und am Morgen absterben; die nämliche Ursache, welche das Schließen der meisten Blüthen am Abend bewirkt, nämlich der zunehmende Feuchtigkeitszustand der Zellen des Gewebes der Blätter, ist auch die Ursache dieses entgegengesetzten Verhaltens der Oenotheren; die Verschiedenheit ist wahrscheinlich zu erklären durch eine verschiedene Beschaffenheit der unteren und oberen Zellenschicht, welche sich bei diesen „Tagschläfern" unter den Pflanzen gerade entgegengesetzt verhalten, als bei den gewöhnlichen „Nachtschläfern."

Von der Familie der Pfeifensträucher (Philadelpheæ) ist ein schönes Beispiel der in Lustgebüschen sehr gemeine herrlich duftende Pfeifenstrauch oder Jasmin (Philadelphus coronarius) mit weißen Blüthen, welcher in Südeuropa einheimisch ist. Die Familie der Wurzelbäume (Rhizophoreæ) ist dagegen gänzlich auf die heiße Zone beschränkt, wo die ungeheuren Mangle-, Mangroven- oder Wurzelbäume (Fig. 720) an den Meeresküsten im Wasser wachsen, auf hohen Wurzelge-

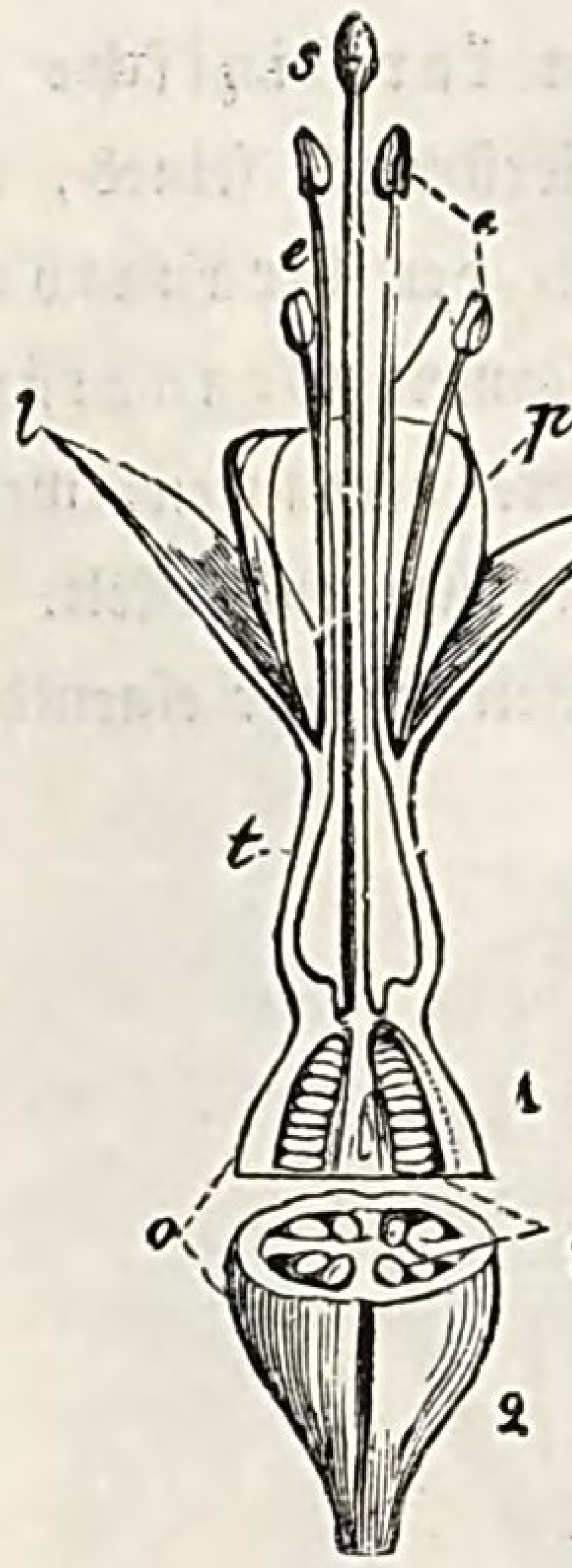


Fig. 718. Die Blüthe der rothen Fuchsia (Fuchsia coccinea), durch einen Horizontalschnitt, welcher durch die Mitte des Fruchtknotens geht, in zwei Hälften getheilt. — 1 Die obere Hälfte, senkrecht durchschnitten. — 2 Die untere Hälfte, unverletzt; *o* Fruchtknoten, mit angewachsenen Blüthenorganen; *g* Samenknöspchen in demselben; *t* der röhrenförmige Theil des Kelches, mit den Kronenblättern und Staubfäden verwachsen; *l* freie Spitzen der Kelchblätter; *p* Kronenblätter; *e* Staubfäden; *s* Griffel.

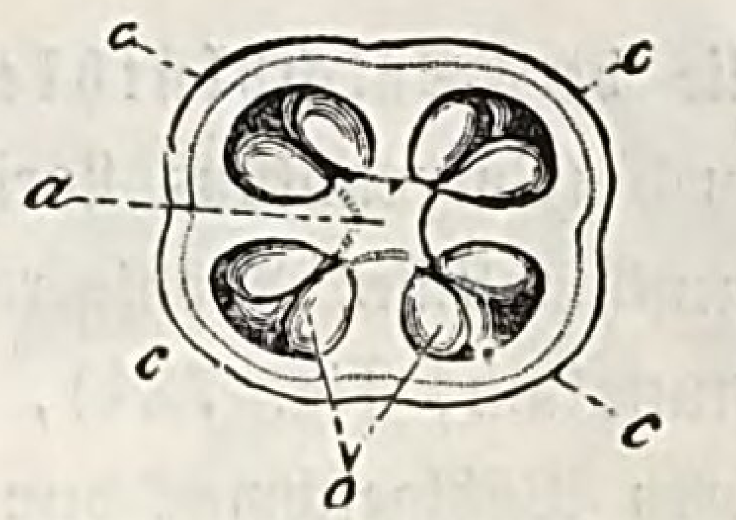


Fig. 719. Horizontaldurchschnitt durch den Fruchtknoten einer Fuchsie. *

* *cccc* Die vier Karpelle; *a* die Blüthenaxe, welche hier als Mittelsäulchen die Samen trägt; *o* die Samen, in jedem Fache eine Doppelreihe bildend.

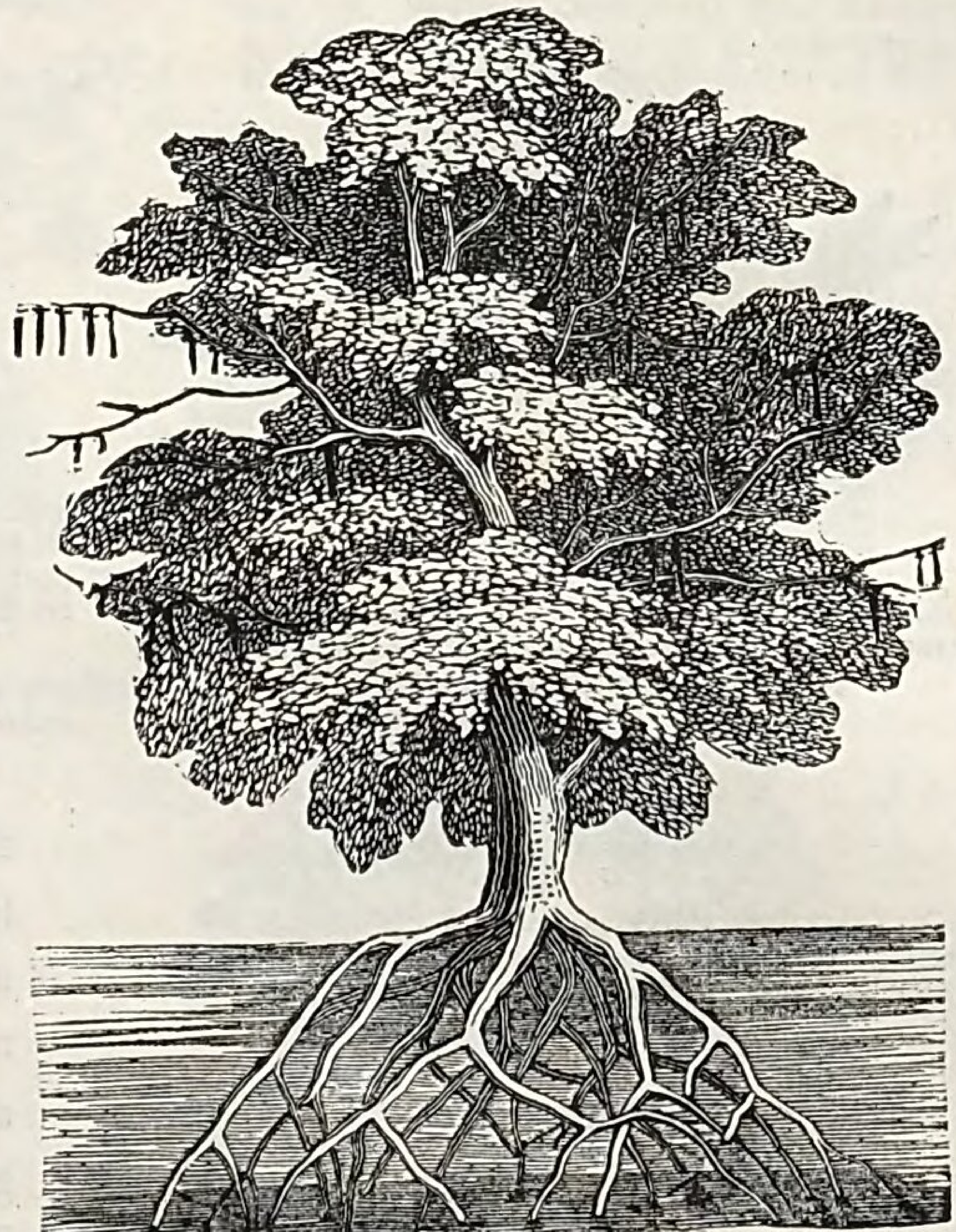


Fig. 720. Ein einzelner Manglebaum (Rhizophora manglo).

rüsten sich über das Wasser erheben und von ihren Zweigen zahlreiche hangende Wurzeln niedersenden, durch welche die Knospen der Zweige selbstständig werden, ohne sich deßwegen von der Mutterpflanze zu trennen. Die niedersteigende Wurzel wird, nachdem sie im Boden sich verästelt hat, ein Stamm. So bildet sich um einen Baum eine wahre Familiengruppe, und um diese eine immer ausgebreitetere Nachkommenschaft. Es entstehen auf diese Weise die wunderbaren Manglewälder, welche manche tropische Küsten unzugänglich machen, auf deren vom Wasser überflutheten Boden Laub, Schlamm und zahllose Thiere sich ansammeln, welche vermodernd die Luft vergiften. Auch die Samen der Wurzelbäume verharren auf der Mutterpflanze und keimen auf dieser, wobei das Würzelchen des Embryo die Samen- und Fruchtschale durchdringt, und sich so sehr verlängert, daß es endlich den nassen Grund erreicht. Die feuchte Ausdünstung des Wassers scheint mit den Gasen der Atmosphäre allein zu genügen, um das Leben dieser Keimpflanzen bis zu diesem Punkte zu unterhalten.

In der Familie der **Combretaceen** (Combretaceæ) liefert der ostindische Wandelstrauch (Quisqualis indica) ein ausgezeichnetes Beispiel des Farbenwandels der Blüthen in Folge der Einwirkung des Sauerstoffes auf dieselben. Indem seine Blüthen sich öffnen, sind sie ganz weiß, erst nach mehreren Stunden beginnen sie röthlich zu werden, aber erst am zweiten Tage erreichen sie ihre blutrothe Färbung.

Zur Familie der **Kelchblüthler** (Calycantheæ) gehört der **karolinische Gewürzstrauch** (Calycanthus floridus), welcher als Gartenzierstrauch seines, allen Theilen eigenthümlichen Wohlgeruches wegen beliebt ist, sowie der **Granatbaum** (Punica granatum, Fig. 721), dessen Früchte, unter dem Namen **Granatäpfel** bekannt, ihren Wohlgeschmack dem angenehm säuerlichen Fruchtbrei verdanken, welcher aus der äußeren Samendecke der sehr zahlreichen Samenkörner sich entwickelt. Die letzteren enthalten einen Embryo, dessen blattförmige Cotyledonen in sehr eigenthümlicher Weise zusammengerollt liegen (Fig. 722).

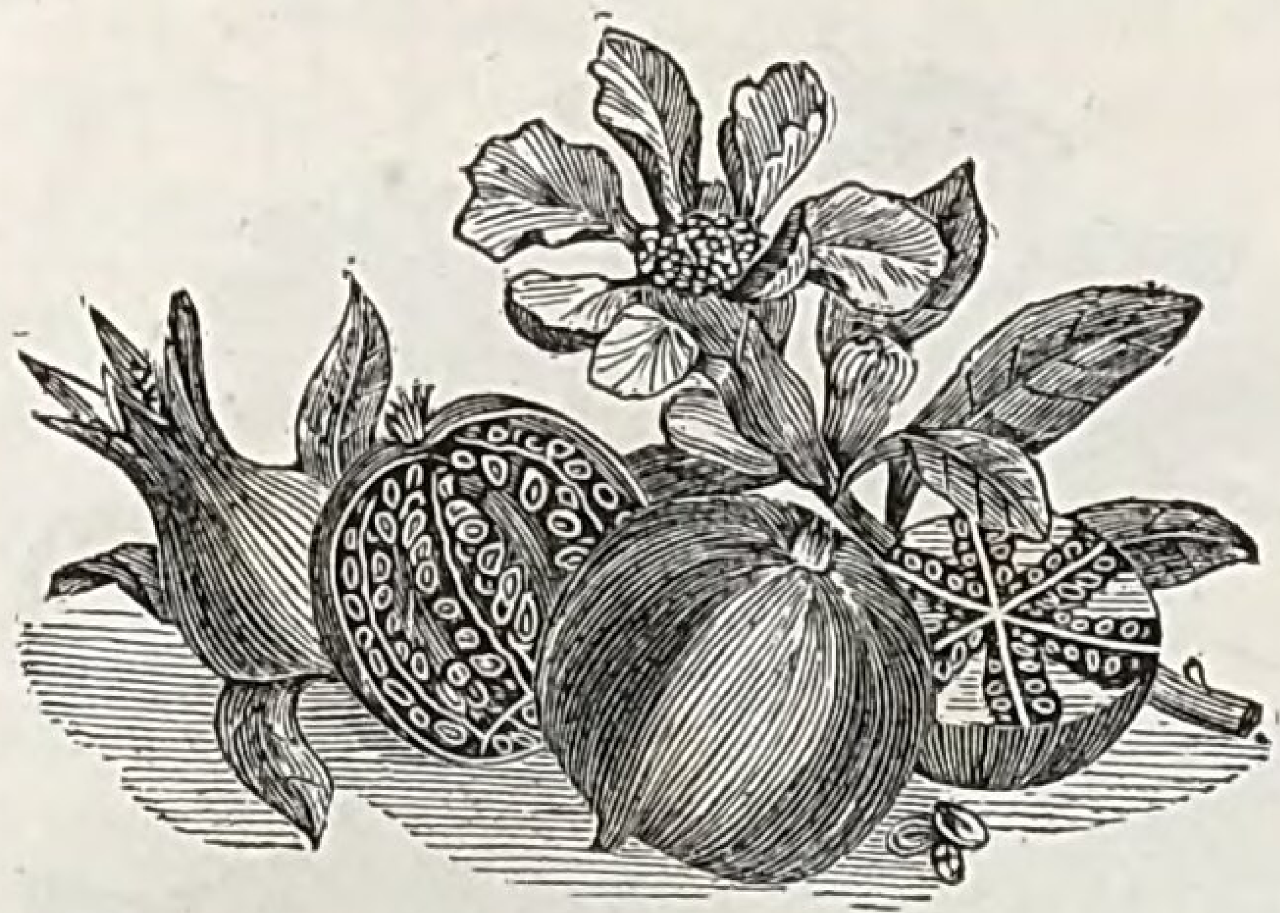


Fig. 721. Ein Blüthenzweig des Granatbaumes (Punica granatum), nebst unreifen und reifen, senkrecht und horizontal durchschnittenen Granatäpfeln.



Fig. 722. Der Embryo aus dem Samenkorne eines Granatapfels, sechsfach vergrößert, horizontal in zwei Hälften geschnitten, um die Zusammenrollung der Cotyledonen zu zeigen. — c Cotyledonen; r Würzelchen.



Fig. 723. Ein Zweig des Gewürzmyrthenbaumes (Myrtus pimenta) mit Blättern und Blüthen.

Die Familie der eigentlichen **Myrthengewächse** (Myrtaceæ) ist in Europa nur durch die bekannte, ihres glänzend grünen feinen Laubes wegen so vielfach zum Schmucke angewandte **Myrthe** (Myrtus vulgaris) vertreten, während die übrigen fast 800 Arten von Myrtaceen, zur Hälfte in Südamerika allein und zu mehr als 1/4 in Australien, außerdem in anderen wärmeren Ländern angetroffen werden. Unserer Myrthe sehr nahe verwandt ist die westindische **Gewürzmyrthe** (Fig. 723), deren unreif getrocknete und daher runzelige Beerenfrüchte unter dem Namen **Gewürz-**, **Piment-** oder **Jamaikapfeffer** im Handel zu uns kommen, sowie der molukkische **Nägleinbaum** (Fig. 724), dessen unentfaltet getrocknete Blüthenknöspchen die aromatischen **Gewürznäglein** oder **Nelken** (plattdeutsch Nägelken = Näglein) sind; ferner der westindische **Guajanabaum** (Fig. 725), mit birnförmigen, eßbaren Früchten, der **Jambosbaum** (Fig. 726) der ostasiatischen Inseln, dessen Früchte, die „malayischen Aepfel", durch angenehmen Rosenduft und Wohlgeschmack hoch geschätzt sind. Auch der **Schönfadenstrauch** (Metrosideros speciosus), einer



Fig. 724. Ein Zweig des Nägleinbaumes (Caryophyllatus aromaticus) mit Blättern und Nägleinblüthen.

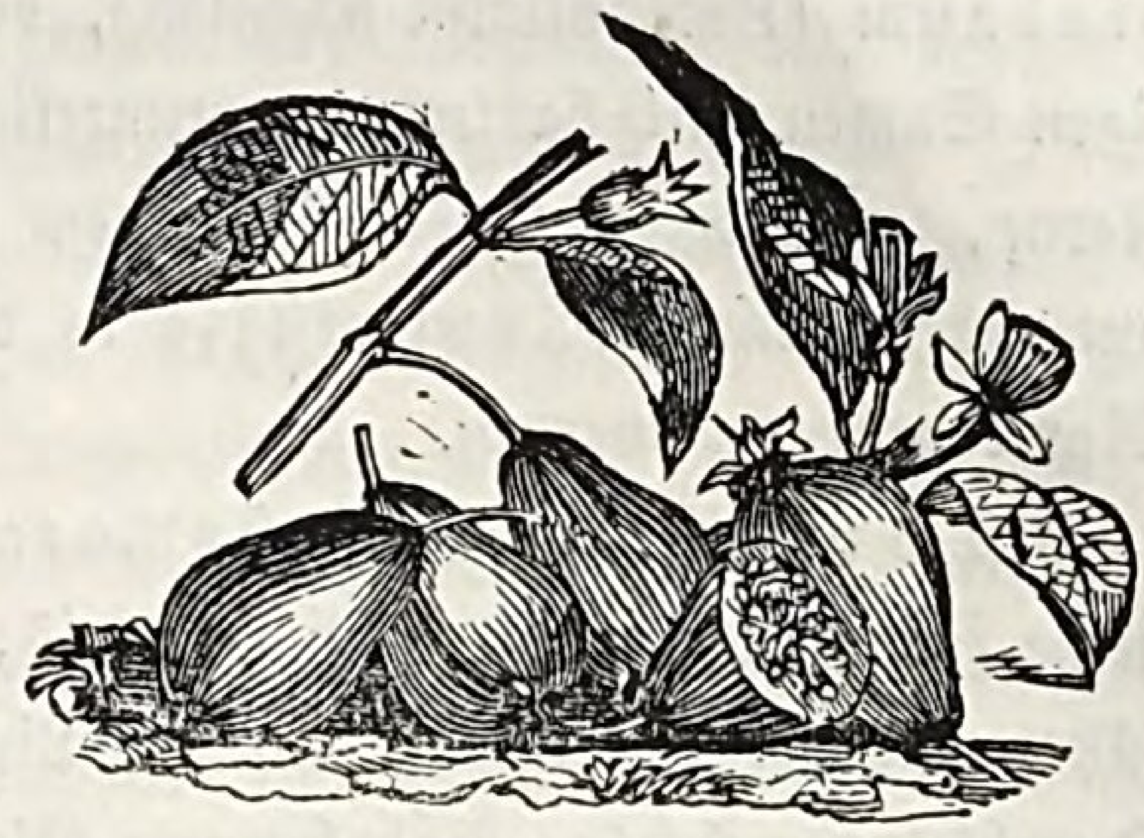


Fig. 725. Blühende Zweige des Guajanabaumes (Psidium pyriferum), nebst reifen Früchten, deren eine, horizontal durchschnitten, die Samenkörner zeigt.



Fig. 726. Ein Zweig des Jambosbaumes (Eugenia jambos) mit Blättern und Blüthen, nebst reifen Früchten.

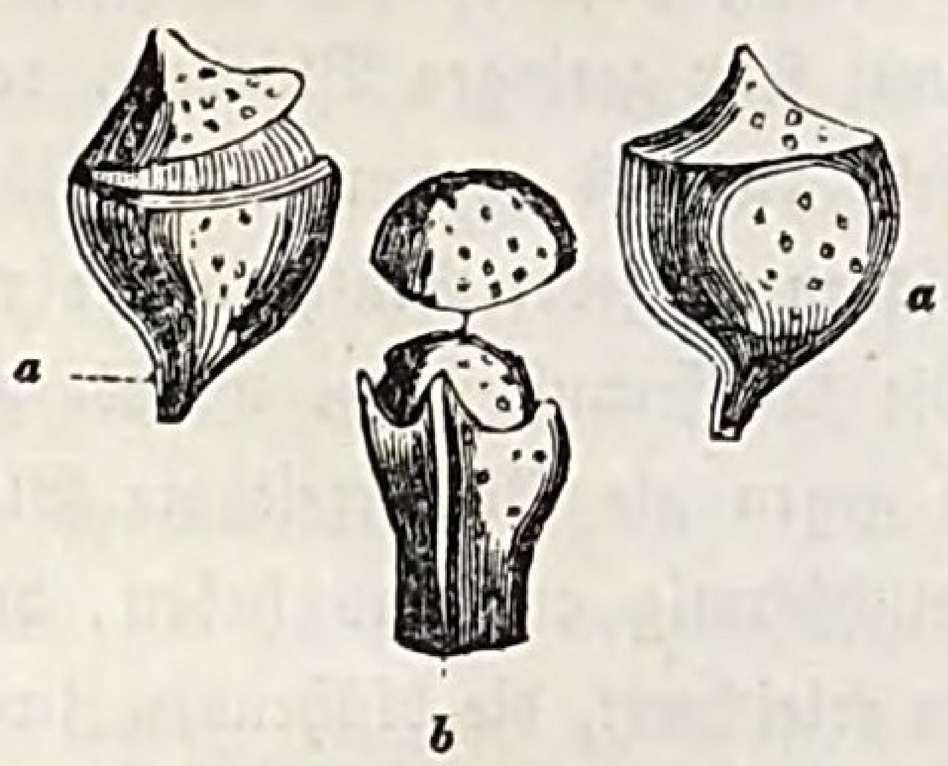


Fig. 727. Blüthenknospen von Eucalypten, welche sich mit Deckeln öffnen; bei *aa* (Eucalyptus) ist der Deckel aus den Kelchblättern, bei *b* (Eudesmia) aus den Kronenblättern gebildet.

unserer prachtvollsten Gewächshausziersträucher, gehört hieher. In Neuholland erscheint das Geschlecht der Schönmützenpflanzen oder Eucalypten (Eucalyptus) mit mehr als 50 Arten. Diese Pflanzen haben ihren Namen von der eigenthümlichen Weise, in welcher ihre Blüthen sich öffnen, deren Kelchblätter oder auch Kronenblätter randlich ganz mit einander verwachsen und sich durch einen horizontalen Riß so trennen, daß der obere Theil in Form eines Mützchens abfällt (Fig. 727). Sie bilden fast $^4/_5$ der Wälder Neuhollands und der australischen Inseln, denen sie einen höchst eigenthümlichen Charakter verleihen, indem ihre blaulich immergrünen, lederartigen, lanzettförmigen Blätter an den Zweigen so stehen, daß nicht die obere Fläche, sondern der eine der Ränder gegen die Axe gekehrt ist. Das Licht und der Schatten in solchen Wäldern machen daher auf den europäischen Reisenden einen höchst befremdenden Eindruck.

Von der den Myrtaceen nahe verwandten Familie der Topfbäume (Lecythideæ) ist erwähnenswerth der südamerikanische Topfbaum (Lecythis ollaria), dessen kopfgroße Früchte eine feste Schale besitzen, deren oberer Theil, ähnlich wie die Mütze des Kelches und der Krone bei den Eucalypten, in Form eines Deckels abfällt, so daß der untere Theil einen natürlichen Topf vorstellt. Ferner der Ju-

viabaum (Bertholletia excelsa), von welchem die 1½ Zoll langen, scharf dreikantigen Samen mit harter, querrunzeliger Schale und sehr wohlschmeckendem ölreichem Kerne, welche zu 6—8 in jedem der vier Fächer der kopfgroßen Frucht liegen, unter dem Namen Juvianüsse in den europäischen Seestädten jetzt täglich auf den Markt gebracht werden.

Die Familie der Melastomaceen (Melastomaceæ) beschränkt sich ganz auf die heiße Zone, besonders Südamerika's; der Name, „Schwarzmundpflanzen" bedeutend, rührt von der Eigenschaft der die Lippen dauernd schwarz färbenden eßbaren Beeren. Der hieher gehörige Filzbaum (Myconia holosericea) Südamerika's ist überall mit einem dichten Haarfilze bekleidet.

An die Onagrarieen schließt sich zunächst die Familie der Weideriche (Lythrarieæ), aus welcher besonders das Blutkraut (Lythrum salicaria) an feuchten Waldsäumen und an Flußufern bei uns gemein ist, während die Kupheen (Cuphea silenoides u. a.) als Zierpflanzen in Zimmern gezogen werden, sowie die Familie der Halorageen (Halorageæ). Letztere umfaßt mehrere europäische Wasserpflanzen, das Tausendblatt (Myriophyllum verticillatum) in stehenden Wassergräben, die in stillen Teichen wachsende Wassernußpflanze (Trapa natans) mit sehr harter Frucht, an welcher die vier Kelchzipfel als feste Dornen abstehen, und deren mehlige Samen eßbar sind, sowie der Tannenwedel (Hippuris vulgaris), eine Pflanze mit quirlig stehenden Blättchen, von der Tracht der Schafthalme, mit sehr geringen Blüthen, deren nur zweilappiger Kelchsaum sehr klein ist, deren Kronenblätter gänzlich fehlen, deren Staubfäden in jeder Blüthe auf einen einzigen beschränkt sind. Die Wassernußpflanze wächst ganz untergetaucht, doch schwellen gegen die Blüthezeit die Blattstiele in ihrem Umfange schlauchförmig auf und heben, durch die entstandenen Lufthöhlungen erleichtert, die blühenden Zweige an die Oberfläche. Der Fruchtknoten des Tannenwedels besteht aus einem einzigen, der Blüthenaxe angewachsenen Karpelle, und die an der Blüthenaxe entsprungene Samenknospe hangt aus dem oberen Winkel des Fruchtfaches mit aufwärts gerichteter Mikrophyle herab (Fig. 728).

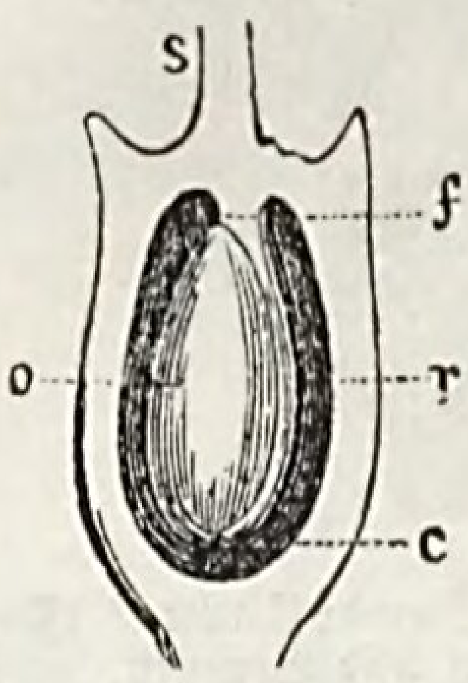


Fig 728. Der Fruchtknoten des gemeinen Tannenwedels (Hippuris vulgaris), senkrecht durchschnitten, vergrößert. *

* s Der untere Theil des Griffels; f Nabelstrang; r der angewachsene Theil des Nabelstranges, die Naht an der Samenknospe bildend; c der unten befindliche Knospengrund; o die hangende, aber aufrechte Samenknospe.

Zweiundzwanzigste Ordnung.

Die Storchschnäbler. Gruinales.

Die Storchschnäbler, deren vorzugsweise charakteristische Familie die der eigentlichen Storchschnabelpflanzen (Geraniaceæ) ist, haben hypogynische, unvereinigte Kelch- und Kronenblätter und Staubfäden, in denen die Fünfzahl, meistens bei ersteren einfach, bei letzteren verdoppelt, herrscht, und einen aus drei bis fünf Karpellen gebildeten Fruchtknoten. Die Kelch- und Kronenblätter sind in der Knospenlage dachziegelartig übereinander greifend, letztere obendrein noch meistens ein wenig gedreht.

Die Familie der Sauerkleegewächse (Oxalideæ), für welche der gemeine Sauerklee oder Hasenkohl (Fig. 729) ein sehr bekanntes Beispiel gibt, zeichnet sich durch „zusammengesetzte" Blätter und durch regelmäßig fünfzählige Blüthen aus, deren fünf kürzere und fünf etwas längere Staubfäden am Grunde ein klein wenig zusammengewachsen sind. Die Frucht ist eine etwas schnabelig zugespitzte fünffächerige Kapsel, in welcher die Samen übereinander gereiht stehen. Letztere sind von einer elastisch aufspringenden Samenhülle umgeben. Diese Pflanzen sind sehr reich an sauerkleesaurem Kali, in noch höherem Grade als die Sauerampfergewächse (Seite 916). Man gewinnt jenes Salz, das sogenannte „Kleesalz", aus denselben in großer Menge. Einige amerikanische Oxalideen haben Zwiebelknollen oder rübenartige unterirdische Axen, welche wie Kartoffeln genossen werden können.

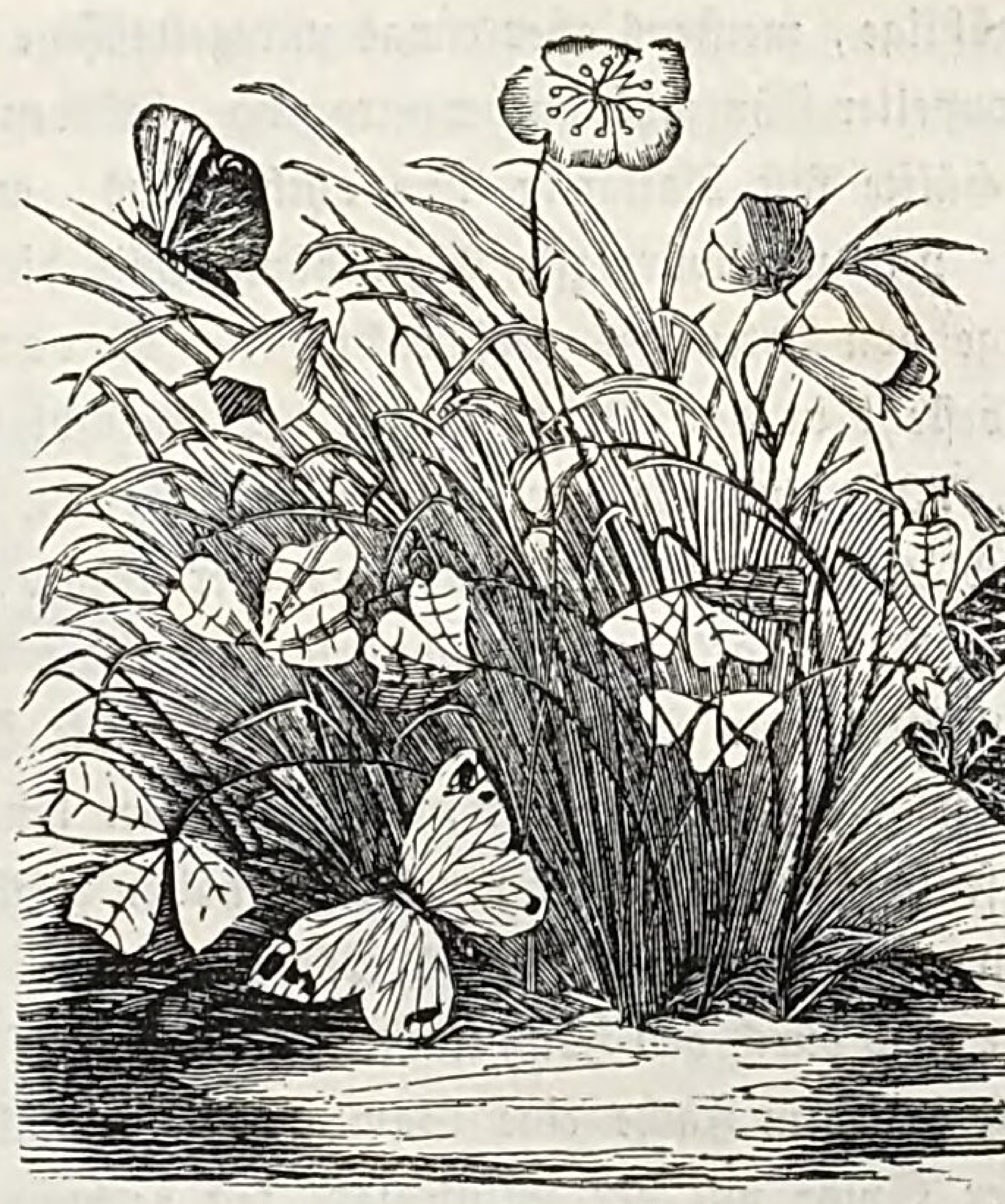


Fig. 729. Der gemeine Sauerklee oder Hasenkohl (Oxalis acetosella).

Die Familie der Leingewächse (Lineæ) besitzt einfache Blättchen und minder regelmäßig fünfzählige Blüthen; der eine Quirl von Staubfäden ist verkümmert, es stehen an der Stelle derselben nur kurze unfruchtbare Filamente. Die gemeine Leinpflanze (Fig. 730) ist ein höchst wichtiges Mitglied dieser Familie. Die schönen blauen Kronen derselben sind äußerst vergänglich, kaum eine andere einheimische Pflanze möchte zu nennen sein, deren Blüthezeit so kurz wäre. Die Frucht ist eine ziemlich kugelige, vier- bis fünffächerige, kurzschnabelig zugespitzte Kapsel, welche fachtheilig aufspringt und in jedem Fache zwei Samen enthält. Die äußere Samendecke enthält Schleim, und die Zellenmembranen selbst lösen sich, mit Wasser befeuchtet, zu schlüpferigem, erweichendem und daher vielfach ärztlich angewandtem Schleime auf. Der Leinsamen enthält in den Cotyledonen des Embryo, welcher das Samenkorn ganz ausfüllt, reichliche Mengen von Oel, im Betrage von etwa



Fig. 730. Die gemeine Leinpflanze (Linum usitatissimum), auch Flachspflanze genannt. Das Leinfeld ist mit Seilen durchzogen, um das schädliche Niederlegen des Leins bei Wind und Regen zu verhüten.

25% seines Gewichtes. Dieses **Leinöl** gehört zu den **trocknenden** fetten Oelen, und ist daher zur Bereitung von Firnißen sehr brauchbar und in allgemeiner Anwendung, sowie man es auch eingedickt und mit Kienruß zusammengekocht zur Druckerschwärze verwendet. Noch wichtiger, als durch das Oel, ist die Leinpflanze durch ihre **Bastfasern**, welche bei großer Länge eine außerordentliche Feinheit besitzen und, durch Röttung und Brake von dem Parenchymgewebe befreit, durch das „Bocken" (Schlagen) und Ribben verfeinert, den **Flachs**, das Material zum Leinengarn und zur Leinwand liefern.

Die **Storchschnabelgewächse** oder **Geraniaceen** (Geraniaceæ) haben fünfzählige, meistens aber etwas unregelmäßige Blüthen, deren Staubfäden, meistens in doppelter Fünfzahl antherentragend, bei den **Reiherschnäbeln** (Erodium) aber zur Hälfte fast blattartig und antherenlos, am Grunde etwas zusammengewachsen sind. Die merkwürdigste Eigenthümlichkeit dieser Pflanzen, von welchen eine große Menge von Arten des Geschlechtes der **Geranien** (Geranium) bei uns einheimisch ist, besteht in der Beschaffenheit der Kelchblätter, welche kurze **Grannen** tragen (Fig. 731), und in der Bildung der Frucht. Jene Grannen, welche sich von den Kelchblättern ablösen können, sind hier ebenso, wie bei den Spelzen der Gramineen (Seite 827), als metamorphosirte eigentliche Blatttheile zu betrachten, während die Kelchblätter nur Blattstielblätter sind. Die Frucht besteht aus fünf sehr schmalen und verlängerten Karpellen, welche einen langen „Storchschnabel" darstellen, den man seiner Form nach für den Griffel halten möchte. Allein die eigentlichen Griffeltheile bilden nur die Spitze dieses Körpers. Die Blüthenaxe erstreckt sich der ganzen Länge nach durch den Fruchtknoten, welcher an seinem unteren, etwas aufgeschwollenen Theile in jedem Fache eine Samenknospe enthält. Bei der Reife bleiben die Karpelle an der Spitze mit der Blüthenaxe fest verbunden, dagegen reißen sie sich an ihrem Grunde los (Fig. 732), wobei die Samen sich ebenfalls von ihrem Ursprungspunkte ablösen und, am Grunde der Karpelle angewachsen, mit diesen aufwärts gekrümmt werden. Die Aufwärtskrümmung der Karpelle ist nur eine Folge der Austrocknung; bei jeder Befeuchtung, auch bei feuchter Luft, verändern sie ihre Haltung wieder; bei einigen Arten krümmen sie sich nicht einfach, sondern zeigen eine Spiraldrehung, welche sich wiederholt verändert, wenn man sie nur anhaucht. Es ist dieses eines der vielen Beispiele „hygroskopischer" Bewegungen im Pflanzenreiche. Die Samen der Geraniaceen enthalten einen Embryo mit sehr blattähnlichen Cotyle=

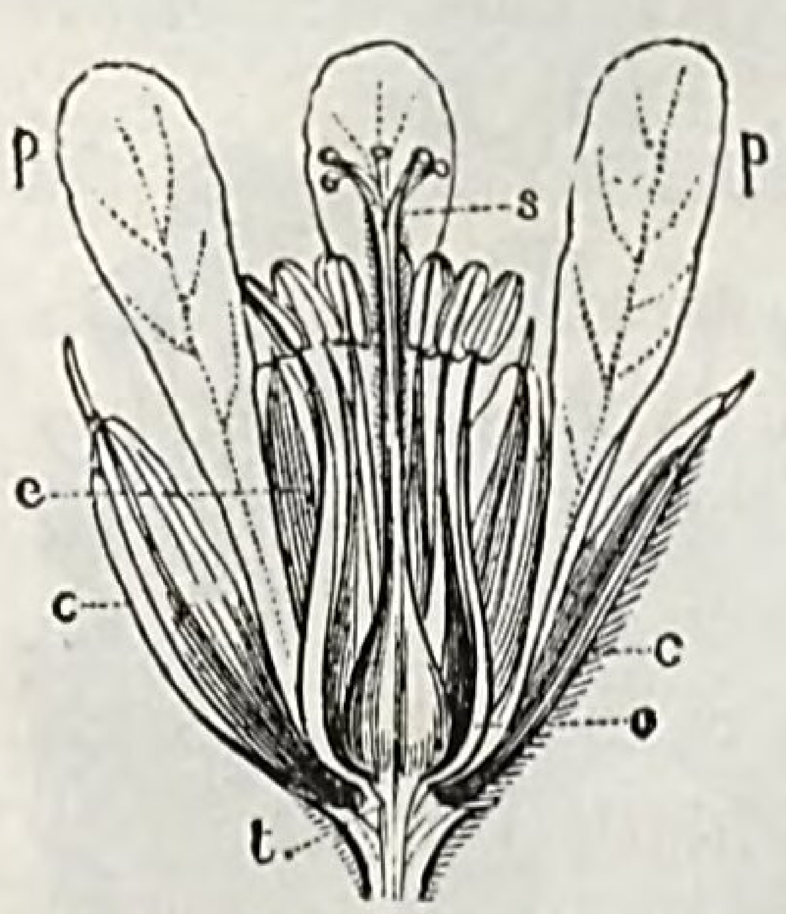


Fig. 731.
Vergrößerte Darstellung des senkrechten Durchschnittes einer Blüthe des stinkenden Ruprechtskrautes (Geranium robertianum). *

* *t* Blüthenaxe; *c* Kelchblätter, auf ihren Spitzen Grannen tragend; *p* Kronenblätter; *e* Staubfäden; *s* die fünf Griffelspitzen des langen Fruchtknotens; *o* Fruchtknoten.

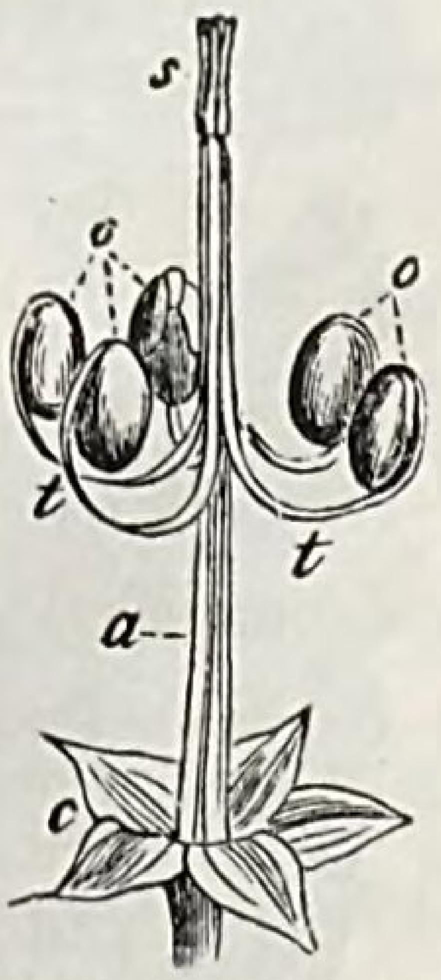


Fig. 732. Die Frucht des blutrothblühenden Geranium (Geranium sanguineum) nach dem Aufspringen.*

* *c* Der bleibende Kelch; *a* die verlängerte Blüthenaxe im Fruchtknoten; *s* die fünf kurzen Griffel; *t* die vertrockneten schmalen Karpelle; *o* die Samen, welche an den Karpellen hangen.



Fig. 733.
Der Embryo des weichhaarigen Geranium (Geranium molle), vergrößert. *

* *r* Axenorgan; *c* Cotyledonen; *p* die Blattstiele der letzteren.

donen, welche mitunter sogar gestielt erscheinen (Fig. 733). Bei den Pelargonien (Pelargonium), deren zahllose Varietäten als Zimmerzierpflanzen sehr allgemein verbreitet sind, ist die Blume sehr unregelmäßig, indem das eine der Kelchblätter an seinem Grunde einen sehr langen Sporn besitzt, welchen man aber, da derselbe mit dem Blüthenstiele ganz verwachsen ist, leicht für einen unterständigen Fruchtknoten halten möchte. In dem Sporne sondert sich Honigsaft aus. Die Pelargonien sind im südlichen Afrika einheimisch. Ihre Blätter tragen Drüsenhaare, welche ätherische Oele enthalten; beim Rosenpelargonium (P. roseum) verbreitet sich aus diesem Grunde ein lieblicher Duft, sobald dieselben berührt werden. Eine andere Gattung, mit braunen Blüthen, das Trauerpelargonium, besitzt an seinen Wurzeln in unregelmäßigen Abständen knollige Anschwellungen, eine Bildung der Wurzel, welche man „rosenkranzförmig“ nennt (Fig. 734).



Fig. 734. Die rosenkranzförmige Wurzel des Trauerpelargonium (P. triste).



Fig. 735. Der Kelch der gemeinen Kapuzinerkresse (Tropæolum majus). *

* e Der Sporn des einen Kelchblattes; p der Blüthenstiel.

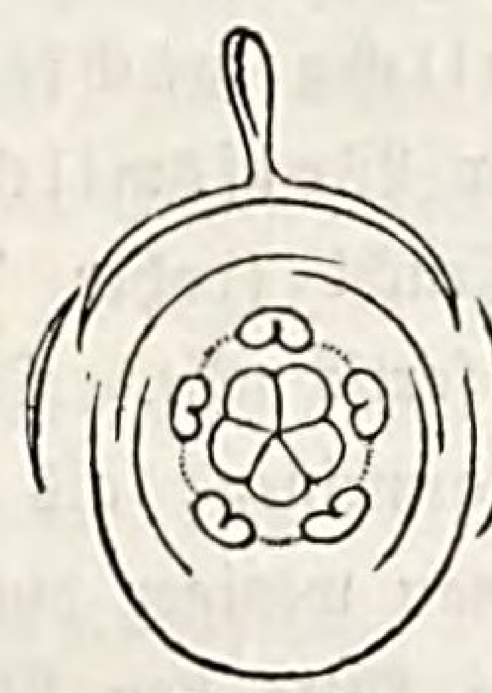


Fig. 737.

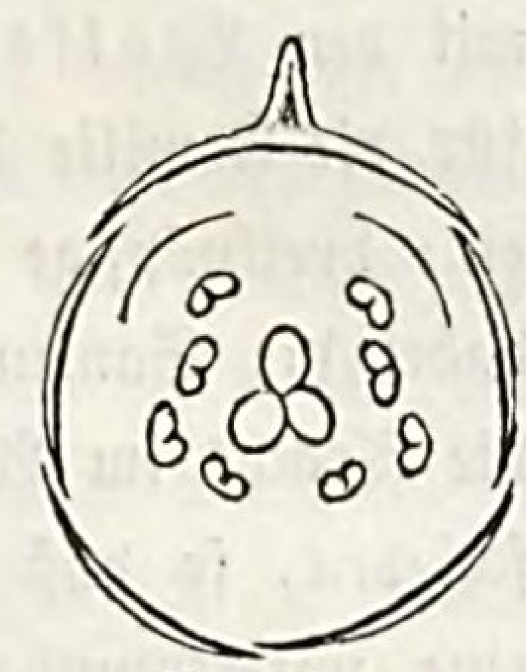


Fig. 736.

Fig. 736. Diagramm der Blüthe eines Kapuzinerhütleins (Tropæolum pentaphyllum).*

* Fünf Kelchblätter, deren eines gespornt ist; zwei Kronenblättchen, vor dem gespornten Kelchblatte; zweimal vier Staubfäden; drei Karpelle, welche den Fruchtknoten bilden.

Fig. 737. Diagramm der Blüthe einer Balsamine (Impatiens parviflora). *

* Drei ungleiche Kelchblätter, deren eines gespornt ist; fünf sehr ungleiche Kronenblätter; fünf regelmäßige Staubfäden; fünf vereinigte Karpelle.

Die Familie der Kapuzinerhütlein (Tropæoleæ) enthält hauptsächlich das Geschlecht, nach welchem sie benannt ist. Die Kapuzinerkresse unserer Gärten, mit ihren schildförmigen Blättern, kann als Beispiel derselben dienen. Hier ist die Blüthe sehr unregelmäßig gebildet. Der lange Sporn des einen Kelchblattes ragt frei neben dem Blüthenstiele herab (Fig. 735); der Kelch ist übrigens fünfblätterig, orangegelb gefärbt, die Krone dagegen mitunter nur durch zwei Blätter angedeutet, und die zwei Staubfadenquirle sind ebenso verstümmelt, indem von jedem derselben nur vier ausgebildet sind (Fig. 736). Die Stengel, Blätter und Blüthen enthalten ein schwefelhaltiges, beißendes, ätherisches Oel. Der Orangefarbe der Blüthe liegt nicht etwa ein einfacher, orangefarbiger, sondern ein gelber und ein rother Farbstoff gemeinsam zu Grunde. Man kann letzteren durch gewisse chemische Einwirkungen entfärben, so daß die Blüthe dann rein schwefelgelb erscheint.

Bei der Familie der Balsaminen (Balsamineæ) nimmt die Unregelmäßigkeit der Blüthen von außen nach innen ab. Die Gartenbalsamine (Impatiens balsamina) und die Sumpfbalsamine (Impatiens noli-tangere) verdanken derselben die wunderliche Form ihrer Blumen. Der Kelch besteht aus dreien vereinigten Blättern, deren eines sackförmig gespornt ist; Kronenblätter finden sich dagegen fünf, ungleich große, dann fünf regelmäßige Staubfäden, unten vereinigt,

und fünf verwachsene Karpelle (Fig. 737). Bekannt ist die Eigenthümlichkeit der Sumpfbalsamine, daß die länglichen, fünfklappigen Fruchtkapseln gegen die Zeit der Samenreife nur der geringsten Berührung bedürfen, um sich an ihrer Spitze von einander loszumachen, auseinander zu spalten und sich mit Blitzesschnelligkeit aufzurollen, und dabei die Samen weit umher zu schleudern. Man nennt die Pflanze daher „Rührmichnichtan (noli-tangere)."

Dreiundzwanzigste Ordnung.

Die Schneller. Tricoccæ.

Der Name, welchen man der Gruppe von Pflanzenfamilien gegeben hat, welche mit den Wolfsmilchgewächsen zunächst verwandt sind, paßt vorzugsweise eben für die Familie der Wolfsmilchgewächse (Euphorbiaceæ), welche meistentheils eine dreiknöpfige Frucht (daher Tricoccæ) besitzen, die sich plötzlich öffnet und dabei die Samen fortschnellt. Schon bei dieser einen Familie ist übrigens sowohl die Tracht im Allgemeinen, als auch die Bildung der Blüthenorgane äußerst verschieden, so daß man weniger durch ein gemeinsames Merkmal, als vielmehr durch eine unzertrennbare Kette von Verwandtschaften, welche die einzelnen Geschlechter und Gattungen mit einander verknüpft, die ganze Familie vereinigen muß. Es gehören hieher Bäume, Sträucher und Kräuter, solche mit sehr regelmäßigen und vollständigen, aber stets eingeschlechtigen Blüthen, und solche, deren Blüthen ebenso unvollkommen erscheinen, als diejenigen der Troddelträger. Neben dem immergrünen Buchs (Fig. 738), welchen man in Deutschland so allgemein als Einfassung der Beete in den Gärten verwendet sieht, welcher aber schon in der Schweiz einen baumartigen Wuchs erlangt, gehören hieher die zahlreichen Arten der Wolfsmilchkräuter (Euphorbia), von denen einige tropische Gattungen ganz die Tracht



Fig. 738. Ein Zweig des immergrünen Buchsbaumes (Buxus semporvirens) mit Blüthen; daneben eine Blüthe in natürlicher Größe.



Fig. 739. Ein Blatt des gemeinen Wunderbaumes (Ricinus communis).



Fig. 740. Ein Zweig des Cassavestrauches (Jatropha Manihot).

der Melonencactus besitzen, und der Bingelkräuter (Mercurialis), der ursprünglich ostindische Wunderbaum (Ricinus communis, Fig. 739), der Kautschukbaum (Siphonia elastica), der Sandbüchsenbaum (Hura crepitans), der Manschenillebaum (Hippomane mancinella) und der Cassavestrauch (Fig. 740) des tropischen Amerika's, ja auch die mit blattartig bandirten Zweigen versehene Xylophylla (Fig. 741) muß zu derselben Familie gezählt werden. Die Cassavesträucher haben sehr vollkommene, übrigens völlig eingeschlechtige Blüthen (Fig. 742), welche übrigens auf einer Pflanze gemeinsam (diklinisch, aber monöcisch) vorkommen. Monöcisch sind die diklinischen Blüthen auch beim Wunderbaume, dessen Staubfäden eine der eigenthümlichsten Arten von Verbrüderung zeigen, indem sie gleichsam ästige Büschelchen bilden (Fig. 743). Aehnlich sehen die Griffel der weiblichen Blüthen des Myrobalanenbaumes aus, indem jeder der Griffel, deren Dreizahl derjenigen der Karpelle entspricht, zweifach gabelig getheilt ist, eine Bildung, welche mit der bei dieser ganzen Familie so häufigen Zertheilung der Blattspreiten zusammenzuhangen scheint (Fig. 744). Bei den Bingelkräutern sind die Blüthen oft auch diöcisch, so daß man männliche und weibliche Pflanzen zu unterscheiden hat, und die Form der Staubfäden nimmt bei diesen und verwandten Kräutern eine sehr sonderbare Bildung an, indem die Staubbeutel als eiförmige oder wurmförmige Anhängsel zu beiden

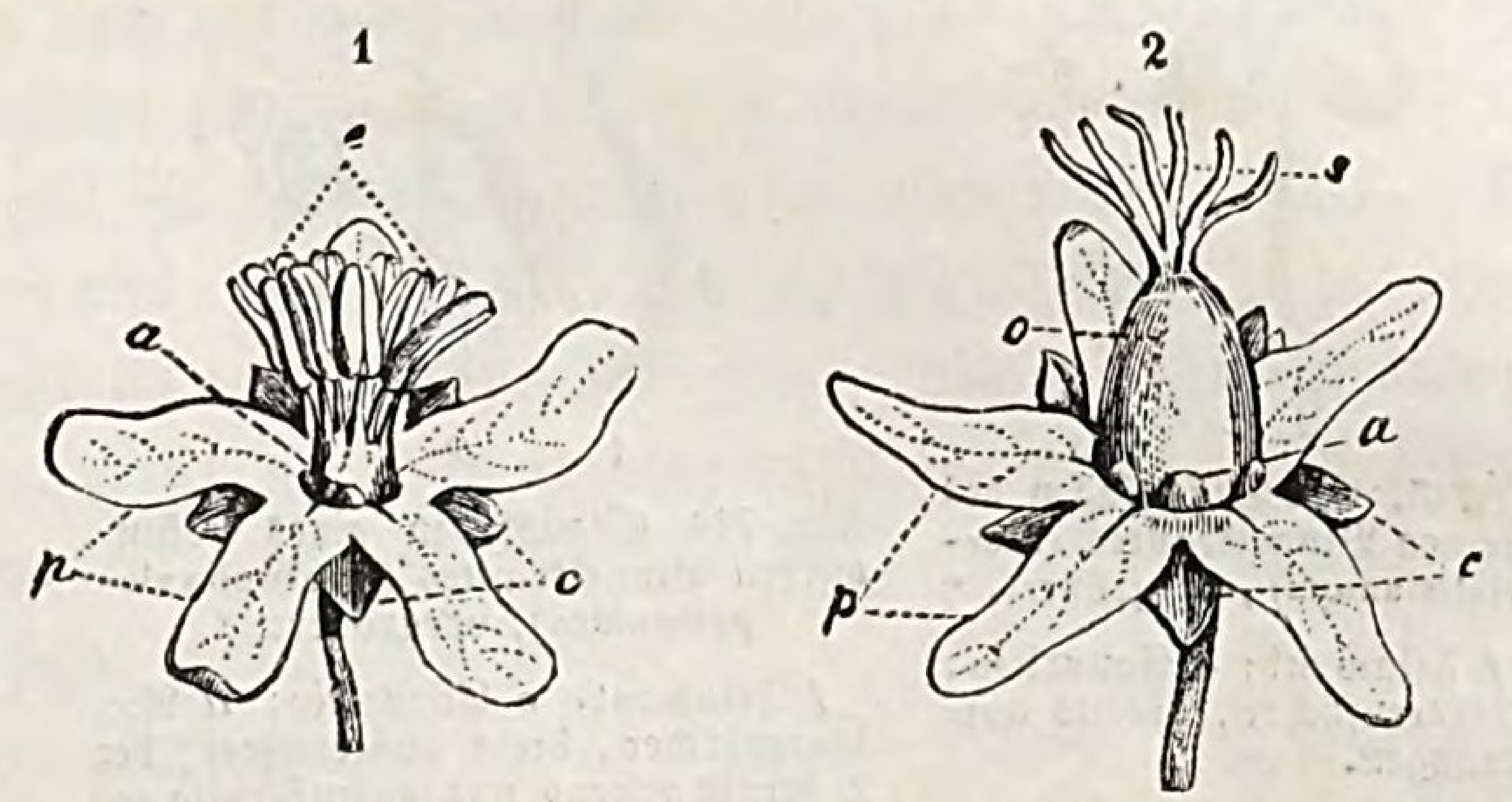


Fig. 742. Die diklinischen Blüthen eines Cassavestrauches (Jatropha curcas).*

* 1 Männliche Blüthe, oben darüber das Diagramm derselben; c Kelchblätter; p Kronenblätter; a Nektarien, welche mit den Kronenblättern abwechselnd stehen; e Staubfäden. — 2 Weibliche Blüthe, oben darüber das Diagramm derselben; c Kelchblätter; p Kronenblätter; a Nektarien; o Fruchtknoten; s Griffel.



Fig. 741. Ein blattförmiger Zweig der Xylophylla (Xylophylla longifolia). — r Zweig; ff Büschel von Blüthen, welche aus demselben hervorkommen.



Fig. 743. Männliche Blüthe des Wunderbaumes (Ricinus communis).) *

* c Kelchblätter; e vielfach verbrüderte („polyadelphische") Staubfäden; f einer der Staubfadenbüschel abgesondert, vergrößert dargestellt.

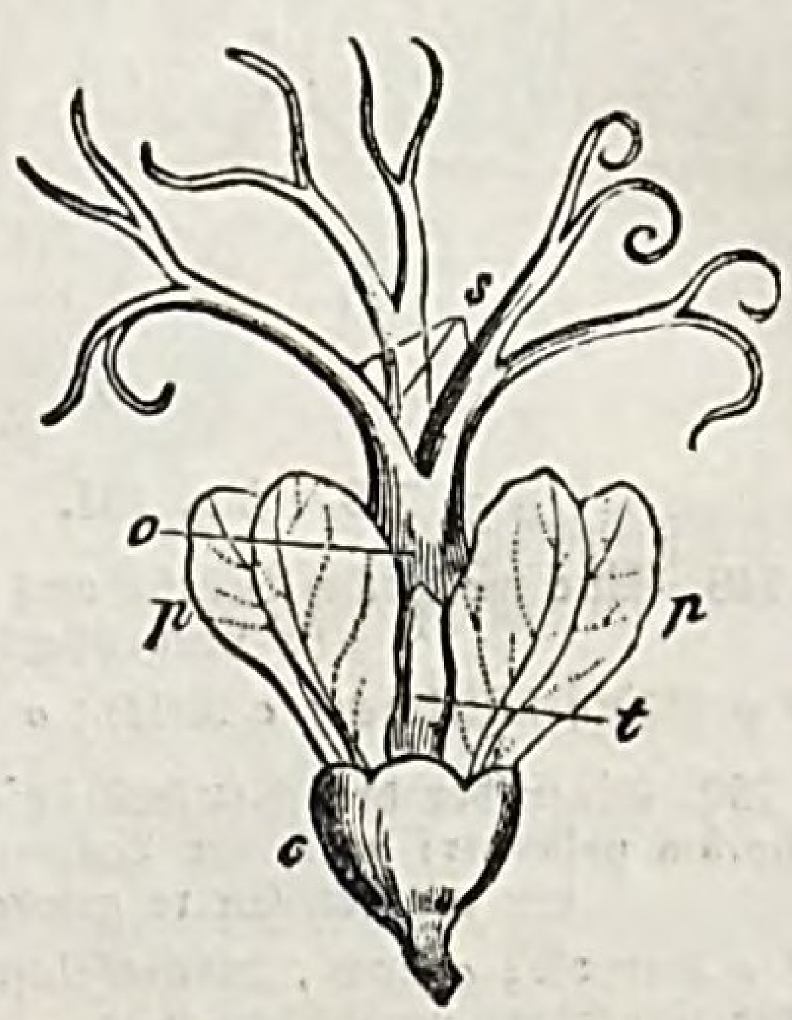


Fig. 744. Eine weibliche Blüthe des Myrobalanenbaumes (Emblica officinalis). *

* c Kelch; pp Kronenblätter; t röhrenförmiges Hüllglöckchen, welches den Fruchtknoten umgibt und welches den Nektarien der Blüthen des Wunderbaumes zu entsprechen scheint; o Fruchtknoten; s die drei zweifach gabelig getheilten Griffel.

Seiten des knopfartigen Connektivs hangen (Fig. 745 u. 746). Bei den Wolfsmilchkräutern sind die höchst einfachen männlichen Blüthen in größerer Zahl mit den nicht minder einfachen weiblichen Blüthen in einem gemeinsamen Blüthenstande vereinigt, unterhalb dessen Deckblätter eine Perigonhülle bilden. Die männlichen Blüthen, zehn bis zwanzig in einer Hülle, bestehen jede nur aus einem Deckblättchen und einem Staubfaden (Fig. 747); die weibliche Blüthe ist ein bloßer dreifächeriger Fruchtknoten, welcher auf einem ziemlich langen dünnen Stielchen in der Mitte des gemeinsamen Blüthenstandes steht, und auf seinem Gipfel drei einfach gabeltheilige Griffelchen trägt, ohne irgend eine besondere Blüthenhülle, nur mit schwachen Spuren von Kelchblättchen (Fig. 748). Die perigonartige Hülle des ganzen Blüthenstandes besteht aus fünf schmalen verlängerten und fünf kurzen breiteren Blattorganen, von denen die letzteren einen drüsigen Endrand besitzen (Fig. 749). Die drei Fächer des Fruchtknotens der Euphorbiaceen sind an der Blüthenaxe, welche ein Mittelsäulchen zwischen ihnen bildet, angewachsen und enthalten jedes eine Samenknospe, nur bei einigen Geschlechtern deren zwei, welche stets von dem inneren Winkel des Faches, wo dieses mit dem Samenträger verwachsen ist, an verlängertem



Fig. 745. Ein Staubfaden des gemeinen Bingelkrautes (Mercurialis annua), vergrößert. *

* f Filament; c Connektiv; ll Antherenfächer, bereits aufgesprungen.

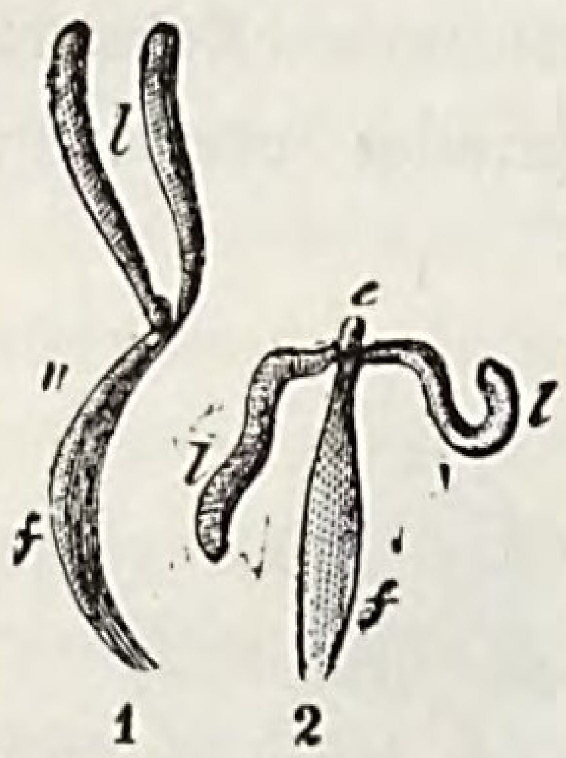


Fig. 746. Staubfaden eines westindischen Bingelkrautes (Acalypha alopecuroidea), vergrößert. *

f Filament; c Connektiv; ll Antherenfächer, bei 1 aufgerichtet, bei 2 herabhangend und wurmförmig gekrümmt.



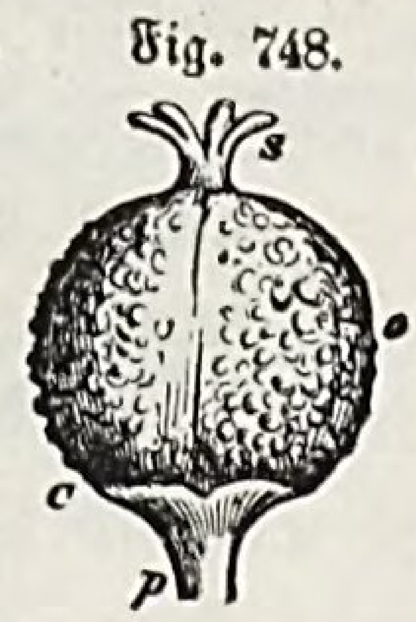
Fig. 747. Eine einzelne männliche Blüthe aus dem Blüthenstande des Sumpfwolfsmilchkrautes (Euphorbia palustris), vergrößert. *

* p Blüthenaxe; b Deckblättchen, am unteren Theile der Blüthenaxe entsprungen; f Filament des Staubfadens, am oberen Theile der Blüthenaxe, dem Blatte entgegengesetzt, entsprungen; a Anthere.

Fig. 753. Fig. 752. Fig. 748.







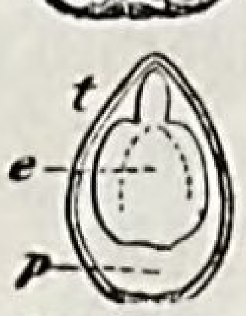




Fig. 755. Fig. 754.

Fig. 748. Eine weibliche Blüthe aus dem nämlichen Blüthenstande, vergrößert. *

* p Blüthenstielchen; c Kelch; o Fruchtknoten; s Griffel.

Fig. 752. Einer der drei Fruchtknöpfe des Sumpfwolfsmilchkrautes (Euphorbia palustris) nach der Lostrennung von der Fruchtaxe, von der inneren Seite gesehen, vergrößert. *

* c Karpell; g Loch, durch welches der Nabelstrang des Samens mit der Fruchtaxe verbunden war.

Fig. 753. Das nämliche Fruchtfach, vollends aufgesprungen, so daß der Same herausgefallen ist, ebenso vergrößert.

Fig. 754. Das Samenkorn aus der Fruchtkapsel des Sumpfwolfsmilchkrautes, vergrößert.

Fig. 755. Das nämliche Samenkorn, senkrecht durchschnitten. *

* t Samenschale; p Endosperm; e Embryo.



Fig. 749. Ein ganzer Blüthenstand des Sumpfwolfsmilchkrautes (Euphorbia palustris), vergrößert. *

* i Perigonartige Hülle, von Deckblättchen gebildet, deren vordere Hälfte man entfernt hat, um die Blüthen zu zeigen; g drüsige Hüllblättchen; fm männliche Blüthen; b Deckblättchen derselben; ff weibliche Blüthe.

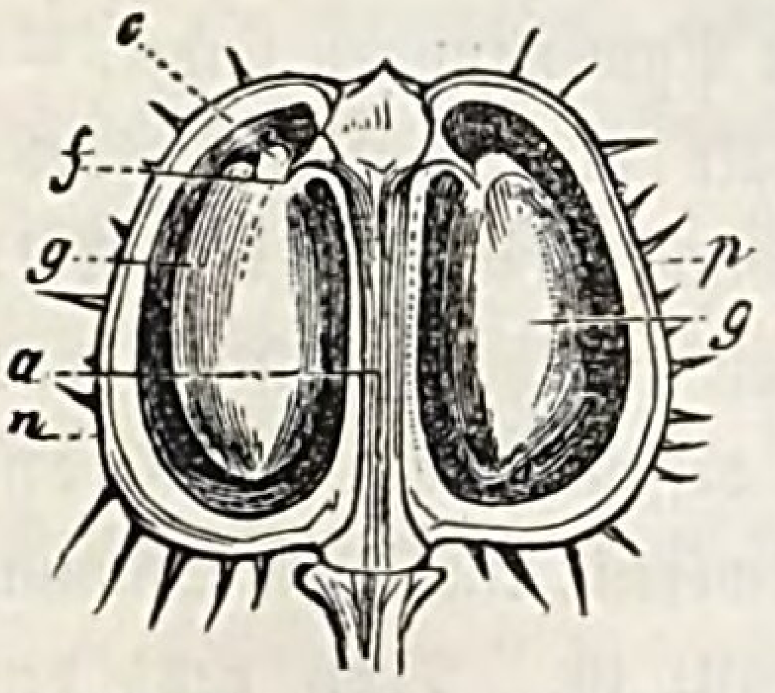


Fig. 750. Senkrechter Durchschnitt der Frucht des Wunderbaumes (Ricinus communis). *

* *a* Mittelsäulchen, welches an seinem oberen Theile in jedes Fach ein Zweiglein, den Nabelstrang *f* der Samenknospe abgibt; *p* Fruchtwandung; *y* Samenknospe; *c* ein Wulst an der Mikropyle.

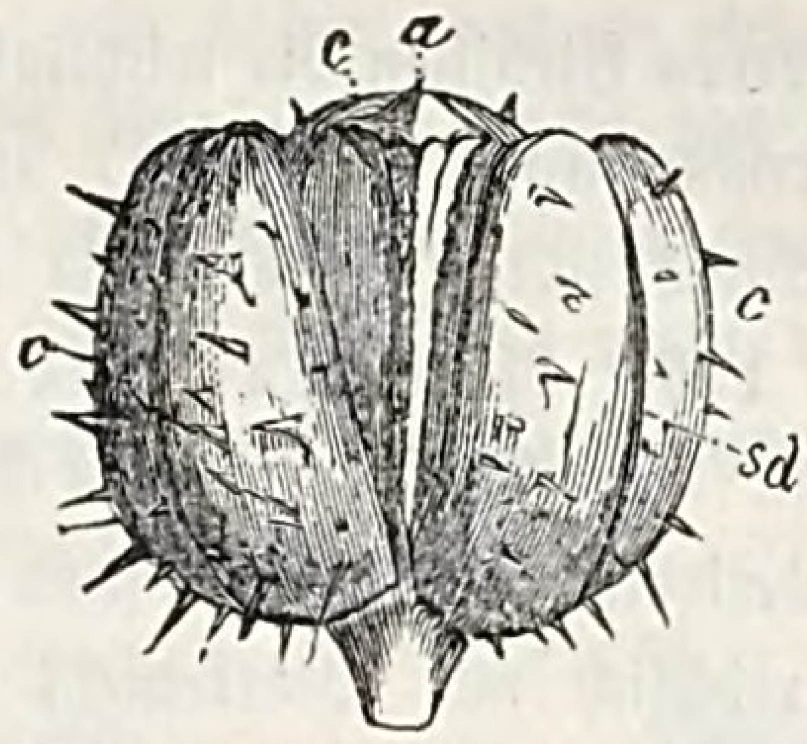


Fig. 751. Die Frucht des Wunderbaumes, im Begriffe aufzuspringen. *

* *ccc* Die drei Fruchtfächer; *a* die ursprüngliche Blüthenaxe, welche als Mittelsäulchen stehen bleibt; *sd* die vertiefte Rückennaht der Karpelle, im Begriffe ebenfalls aufzuspringen.

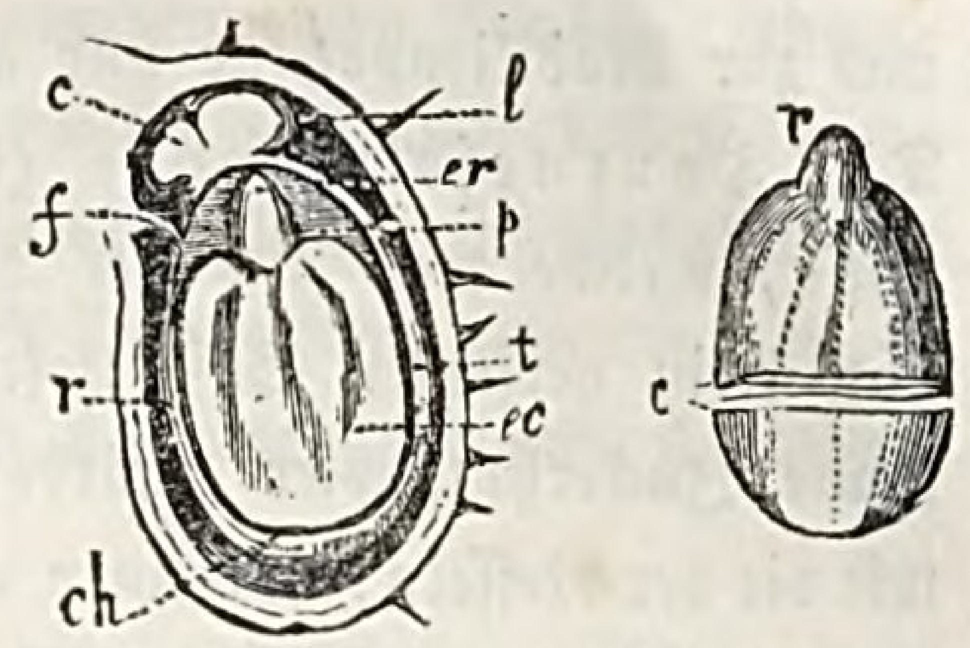


Fig. 756.

A Eines der Fruchtfächer des Wunderbaumes mit sammt dem Samenkorne, senkrecht durchschnitten; *l* Fruchtfach; *f* Nabelstrang; *r* Naht, in welcher der Nabelstrang der Samenknospe seitlich anliegt; *ch* Knospengrund; *t* Samendecke oben, bei *c*, zu einem von der Mikropyle durchbohrten Wulste angeschwollen; *p* Endosperm; *er* Axenorgan des Embryo; *ec* Cotyledonen desselben. — **B** Der Embryo, unten horizontal durchschnitten, um seine flach zusammengelegten Cotyledonen zu zeigen; *r* Axenorgan; *c* Cotyledonen.

Nabelstrange aufrecht herabhangen (Fig. 750). Bei der Reife springen die Früchte so auseinander, daß die Axe in der Mitte stehen bleibt (Fig. 751). Die Samen werden dabei von der Axe losgerissen, und wo der Nabelstrang derselben in jedes einzelne Fruchtfach eintrat, da hat dieses alsdann ein Loch (Fig. 752). Jedes Fach springt dann wieder der Länge nach auf, um den Samen ausfallen zu lassen (Fig. 753). Im Samen (Fig. 754) befindet sich ein beträchtliches öliges Endosperm und ein Embryo, welcher seine Wurzelspitze aufwärts kehrt und mit breiten blattartigen Cotyledonen versehen ist (Fig. 755). Die äußere Samendecke schwillt frühzeitig um die Mikropyle zu einem warzenartigen Wulste auf (Fig. 756), welcher Nabelwulst genannt wird. Bei den holzigen großen Fruchtkapseln des Sandbüchsenbaumes geschieht das Aufspringen mit solcher Kraft, daß ein heftiger Knall dasselbe begleitet und die Kapselstücke weit umher geschleudert werden.

Bei der Keimung des Samens der meisten Euphorbiaceen, zumal bei den gemeinen Euphorbien, bleiben die Cotyledonen in der Samenschale stecken, während sich das Würzelchen hinausstreckt und auch die Keimungsknospe sich zwischen ihnen hervordrängt.

Die meisten Pflanzen dieser Familie führen in ihren Milchsaftgefäßen (Fig. 262) einen milchweißen und scharfschmeckenden Saft, welcher bei den einen in gelinderem, bei den anderen in heftigerem Grade giftig wirkt. Dieses hindert indessen nicht, daß andere Theile derselben Pflanzen genießbar und oft sehr wohlthätig seien. Eine Euphorbia auf den Canarischen Inseln, deren Rinde in den Milchsaftgefäßen ein sehr wirksames Gift enthält, liefert in dem Safte, welcher nach Hinwegnahme der Rinde aus dem angeschnittenen Holzkörper fließt, ein klares, wässeriges, erfrischendes Getränk. Der Milchsaft ist reich an Kautschuk, getrocknet bildet derselbe von den Euphorbien das sogenannte Wolfsmilchharz oder Euphorbium, ein sehr ätzendes Arzneimittel. Der Kautschukbaum enthält vorzugsweise Kautschuk in seinem Milchsafte, und man gewinnt von demselben den größten Theil des amerikanischen Gummielasticum. Der Gummilackbaum (Croton lacciferum), ein kleiner Baum Ostindiens, enthält ein Harz, welches schon durch den Stich von Insekten aus allen Theilen hervorgelockt wird und unter dem Namen Gummilack, Körnerlack, Stocklack, Schellack, in verschiedenen Sorten im Handel zu uns kommt

und zur Mobilienpolitur und anderen Firnissen die wichtigsten Anwendungen findet. — Die Tournesolpflanze (Crossophora tinctoria) enthält die nämlichen Farbstoffe, welche man aus der Lackmusflechte (Seite 618) gewinnt, und ihr mit Kalk und Urin versetzter Saft liefert daher blauen Lackmus, mit welchem meistens das blaue Zuckerhutpapier gefärbt ist. Der Cassavestrauch, dessen Haare brennen, wie die der Nesseln, hat einen unterirdischen, bis 30 Pfund schweren, knolligen Stamm, dessen fleischiges Zellengewebe reichlich mit Stärkemehl erfüllt ist. Trotz des, den Knollen durchdringenden Giftsaftes, wird dieses Mehl gewonnen und bildet unter dem Namen Maniok, Mandiokka und Tapiokka ein allgemeines und wichtiges Nahrungsmittel der Südamerikaner, welches in neuerer Zeit auch in den europäischen Handel gekommen ist. Man bereitet dasselbe, indem man den zerriebenen Knollen auswäscht; die eingeborenen Brasilianer zerreiben denselben bloß und lassen ihn in Bast eingewickelt austräufeln, wobei sie den abtropfenden Saft zur Vergiftung ihrer Pfeile einsammeln (Fig. 757), und schließlich den zurückgebliebenen Brei durch Röstung zubereiten.



Fig. 757. Die Bereitung des Cassavabreies.

Das aus den Samen gewonnene Oel besitzt purgirende, erbrechenerregende und andere arzneiliche Eigenschaften, um derentwillen das Ricinusöl und das Krotonöl — vom ostindischen Purgirbaume (Croton tiglium) — gebräuchlich sind.

Das Holz der baumartigen Euphorbiaceen ist sehr schön. So liefert der westindische Manschenillebaum (Hippomane mancinella), dessen apfelähnliche Früchte höchst giftig sind, ein sehr schönes, in frischem Zustande freilich gefährliches Holz, der ostindische Blindbaum (Excoecaria agallocha), dessen Milchsaft die Holzfäller blind macht, wenn er in die Augen derselben spritzt, das köstliche Adler-, Paradies- oder Aloeholz. Das Holz des Buchsbaumes ist das schwerste und feinste aller europäischen Hölzer und von unendlicher Wichtigkeit, indem die ganze Holzschneidekunst so gut wie ausschließlich auf die Benutzung dieses Holzes angewiesen ist.

Die Familie der Rauschbeeren (Empetreæ), aus welcher nur eine einzige Art, die gemeine Rauschbeere (Empetrum nigrum), eine Torfmoorpflanze, in Deutschland vorkommt, sowie die der Pittosporeen (Pittosporeæ), der Pimpernußpflanzen (Staphylæaceæ) und die ganz tropische Familie der Hippocrateaceen (Hippocrateaceæ) sind nur wenig wichtig. Aus der Familie der Celastrineen (Celastrineæ) ist bei uns der seines feinen gelben Holzes wegen sehr schätzbare Spindelbaum einheimisch, dessen rosenrothe Früchte unter dem Namen der Pfaffenkäppchen bekannt sind. Diese Früchte bestehen aus drei bis vier Karpellen, deren

jedes ein Fruchtfach bildet, und haben eben so viele vorspringende Wulste. Innerhalb jedes Faches befindet sich ein in der Achsel des Karpells entspringendes Samenknöspchen, um welches sich nach der Befruchtung eine Samenhülle vom Nabelstrange her entwickelt (Fig. 758), welche mehr und mehr das Samenkorn umhüllt und es endlich ganz umschließt, so daß der reife weiße Samen in dem orangegelben, fleischigen Gewebe derselben ganz verborgen liegt.

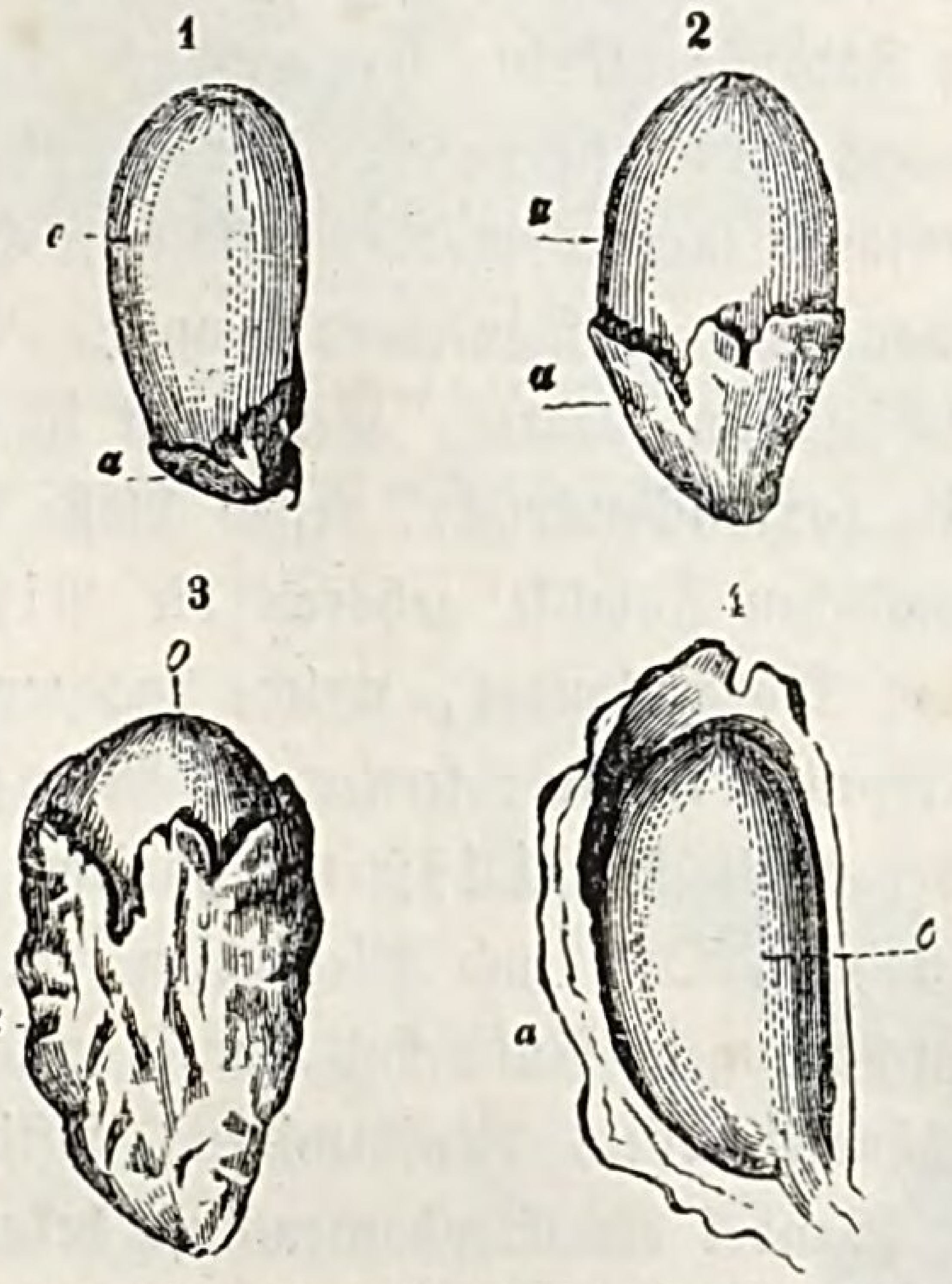


Fig. 758. Vergrößerte Darstellung der Entwicklung der Samenhülle um den Samen des Pfaffenkäppchens (Evonymus europæus). *

* 1 Erste Stufe der Entwicklung; 2, 3 weitere Stufen; 4 letzte Stufe, wo der Samen ganz eingehüllt ist. — c Samenknospe und Samen; a Samenhülle.



Fig. 759. Ein Zweig des gemeinen Hülsedornes (Ilex aquifolium), mit Früchten.

In der Familie der Aquifoliaceen (Aquifoliaceæ) ist außer dem immergrünen, mit lederigen, firnißglänzenden, am Rande buchtig stachellappigen Blättern versehenen Hülsedorne (Fig. 759) unserer Wälder, dessen Rinde den nämlichen klebrigen Stoff enthält, welcher in den Misteln (Seite 987) enthalten und nach diesen Viscin benannt worden ist, nur noch eine südamerikanische nahe verwandte Art zu nennen, der Paraguaitheestrauch (Ilex paraguaiensis), dessen Blätter den Paraguaithee, auch Matté, Cangunha oder Yerba genannt, liefern.

Aus der Familie der Kreuzdorne (Rhamneæ) ist der eigentliche Kreuzdorn (Rhamnus catharticus) hauptsächlich wegen seines Wuchses zu erwähnen, indem seine Triebe allemal mit einem Dorn endigen, welcher sich anstatt der Endknospe bildet, und welcher später durch Entwicklung der beiden nächsten Seitenknospen gleichsam achselständig erscheint; sodann der dornlose Faulbaum (Rhamnus frangula), wegen der Benutzung seiner ausgezeichnet feinen Kohle zur Bereitung des Schießpulvers auch Pulverbaum genannt, welcher eines der seltenen Beispiele einer europäischen Pflanze mit nackten, d. h. nicht von schuppenartigen Phyllodien bedeckten, Winterknospen darbietet, eine Erscheinung, welche im Allgemeinen eine Eigenthümlichkeit der tropischen Gewächse ist.

Vierundzwanzigste Ordnung.

Die Duftgewächse. Terebinthineæ.

Aetherische Oele, welche alle Organe durchdringen, besonders aber in den Blättern, Blüthen oder Früchten sich verrathen und duftende Balsamharze absetzen,

charakterisiren viele Mitglieder der Pflanzenfamilien, welche man aus diesem Grunde als Duftgewächse vereinigen kann.

Die Familie der Cassuvieen (Cassuvieæ) enthält die Sumache (Rhus), deren einige Ziersträucher bei uns angepflanzt werden und unter denen sich der sogenannte Perückenbaum (Rh. cotinus) dadurch auszeichnet, daß die Blüthenstiele sich nach dem Verblühen auffallend verlängern und, größtentheils unfruchtbar bleibend, sich in viele mit Haarbüscheln besetzte Fäden zerästeln, wodurch die Haarballen entstehen, welche den Namen des Baumes veranlaßt haben. Der Gerbersumach (Rh. coriaria) ist sehr reich an Gerbsäure und es werden Blätter, Holz und Rinde desselben zur Bereitung des Corduan- und Saffianleders benutzt. Alle Sumache haben scharfe, meistens giftige, Milchsäfte und Harze. Berüchtigt ist besonders der nordamerikanische Giftsumach (Rh. toxicodendron), dessen bloße Berührung schon gefährlich sein soll. Zu der nämlichen Familie gehören die Pistazien (Pistacia) des südlichen Europas und des Morgenlandes, welche das wohlriechende Mastixharz und das „cyprische" Terpentin liefern; ferner der Mangobaum, dessen Früchte (Fig. 760) als eine der köstlichsten Obstsorten Indiens betrachtet werden; der Akajubaum (Fig. 761) in Ost- und Westindien, dessen Früchte nierenförmige, mit brennendem Oele durchdrungene Nüsse sind, unter welchen aber die Blüthenstiele zu viel dickeren, hühnereigroßen, birnförmigen, saftigen Fleischmassen anschwellen, welche eßbar und im Handel als Elephantenläuse bekannt sind; endlich der otaheitische Moabinbaum (Fig. 762), welchen man seiner trefflichen, herrlich goldgelben Früchte wegen in Mittelamerika vielfach anpflanzt. Nahe verwandt ist die ganz tropische Familie der Connaraceen (Connaraceæ), welche keine wichtige Gewächse enthält. In der Familie der Amyrideen (Amyrideæ) stehen die Bäume, von welchen das Elemibalsamharz, das Myrrhen-, Mekka- und Weihrauchbalsamharz gewonnen werden (Amyris, Balsamodendron, Boswellia u. s. w.).



Fig. 760. Ein Zweig des Mangobaumes (Mangifera indica) mit Blättern und Blüthen; dabei reife Mangobirnen, ganz und durchschnitten.



Fig. 761. Ein Zweig des Akajubaumes (Anacardium occidentale), mit Blättern, Blüthen und Früchten, sogenannten „Elephantenläusen."

Die Familie der Hesperidenbäume (Aurantiaceæ) ist diejenige, welche dem Südeuropäer die schönen „goldenen Früchte" trägt, welche in dem herrlichen dunkeln, immergrünen Laube glühen, die Citronen (Fig. 763) und Orangen (Fig. 764).



Fig. 762. Ein Zweig des otaheitischen Moabinbaumes (Spondias cytherea) mit gefiederten Blättern, Blüthen, reifer Frucht, der sogenannten „Moabinpflaume,“ und den aus solchen genommenen, mit Fasern bedeckten, die Samen enthaltenden Steinkernen.

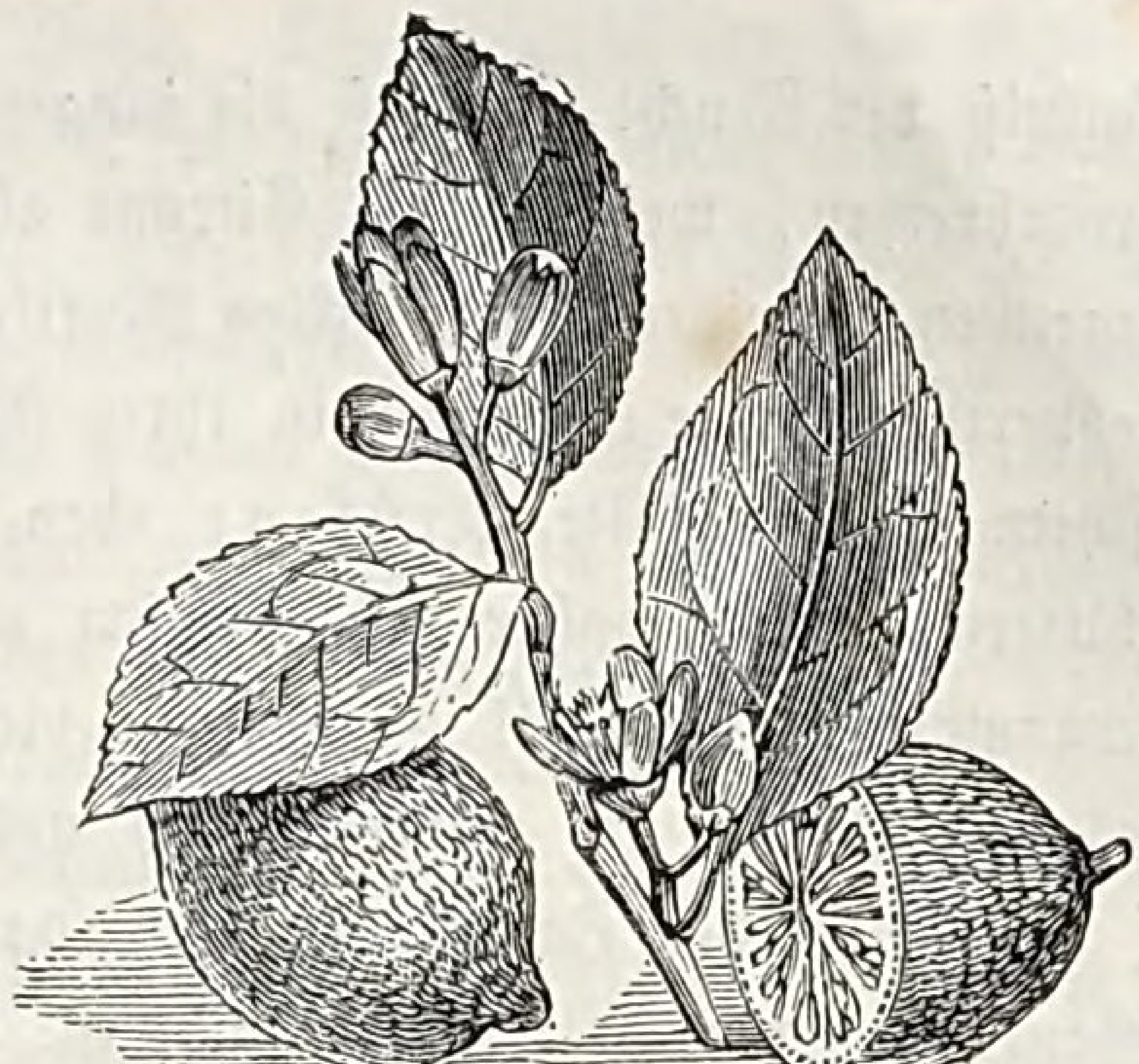


Fig. 763. Ein Zweig des Citronenbaumes (Citrus media) mit Blättern und Blüthen, nebst einer ganzen und einer horizontal durchschnittenen Citrone.

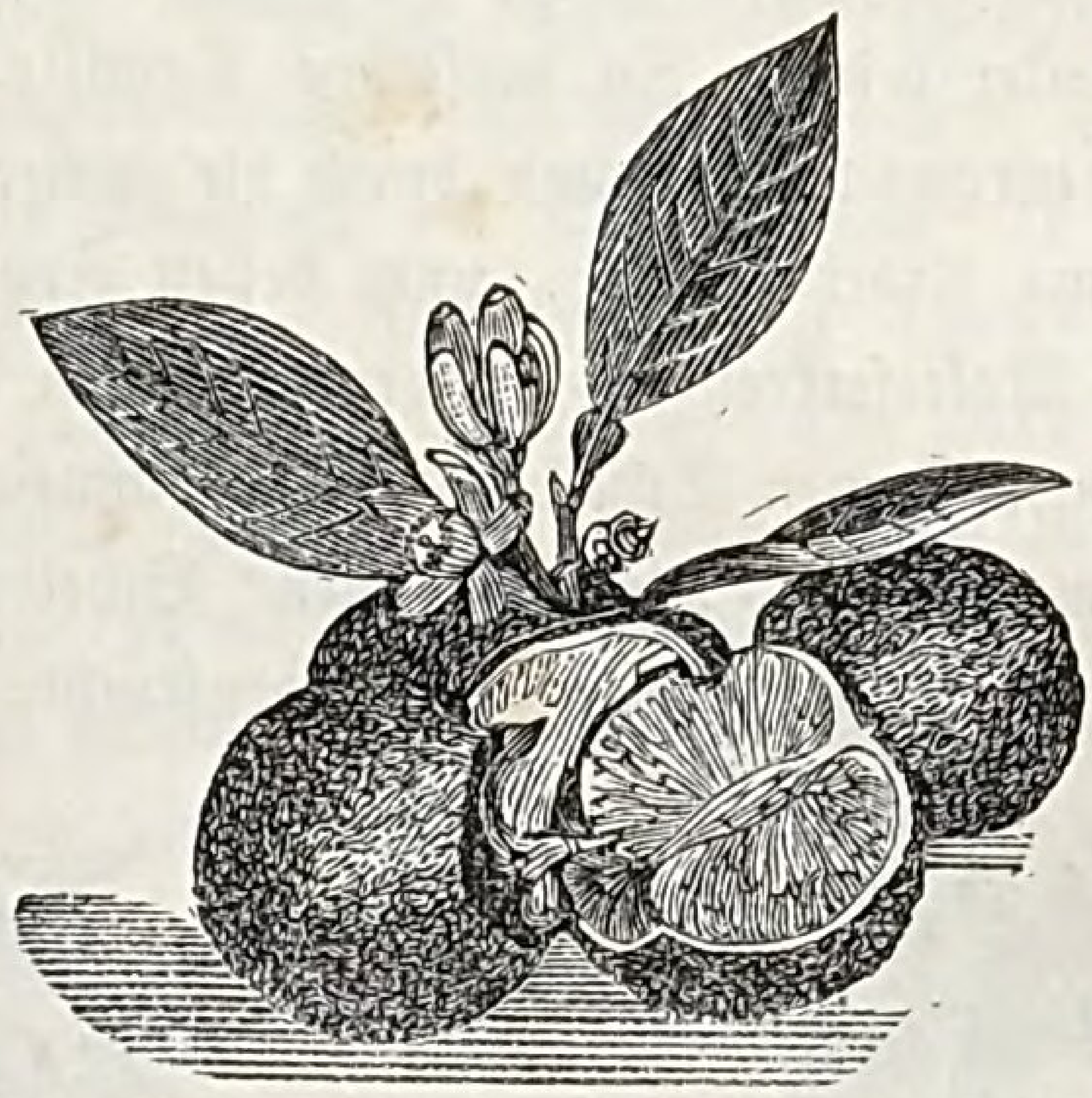


Fig. 764. Ein Zweig des Orangebaumes (Citrus aurantium), mit Blättern und Blüthen, nebst reifen Orangen, deren eine senkrecht durchschnitten ist.



Fig. 764 bis. Ein Staubfaden der duftenden Humiria (Humiria balsamifera), vergrößert. *

* f Filament, an beiden Rändern mit drüsigen Zellen gezähnelt; ll Antherenfächer; c eigenthümlich ausgewachsenes Connektiv.

Ihre Blüthen besitzen meistens fünf grüne Kelchblättchen, fünf weiße Kronenblätter, welche am Grunde ein wenig mit den zahlreichen Staubfäden zu einer hypogynischen, duftenden Honigsaft aussondernden Scheibe verwachsen sind. Auch die Staubfäden sind reich an Nektardrüsen, in denen zugleich duftendes ätherisches Oel enthalten ist (Fig. 764 bis). Der Fruchtknoten ist von 6—12 Karpellen gebildet, deren Griffeltheile gänzlich vereinigt sind. In jedem Fache stehen mehrere Samenknospen. Bei der Reife ist die Frucht eine fleischige Beere, deren saftreicher Fruchtbrei aus der inneren Schicht der Karpelle, besonders aus den drüsigen Zellen, welche dieselbe innerlich auskleiden, gebildet wird. Man nennt eine solche Frucht „Hesperidenfrucht“. Das Geschlecht der Citronenbäume (Citrus) enthält in Europa zwei Gattungen, den eigentlichen Citronenbaum (C. media) und den Orangenbaum (C. aurantium), welche aber beide durch die Cultur zu vielen Varietäten, besonders der Frucht, ausgeartet sind. Von ersterem kommen die Citronen, die Limonen und die Limetten, von letzterem die (unreif eingesammelten) Pommeranzen, die süßen und bitteren Orangen und die Apfelsinen. Die Säure dieser Früchte ist eine eigenthümliche, nach der Frucht, in welcher sie hauptsächlich reichlich vorkommt, Citronensäure benannte Substanz ($= C^4 H^4 O^4$), wichtig wegen ihrer Anwendung in der Färberei. Auch von Citronen und Orangen hat man samenlose Varietäten durch die Cultur erzogen. Die Samen der Citrone enthalten fast regelmäßig mehrere Embryonen, indem, ähnlich wie bei manchen Coniferen (Seite 741), mehrere Corpuskula des Keimsäckchens befruchtet werden. Aus jedem derselben gehen daher auch mehrere Pflänzchen hervor. Diese Samen keimen gar nicht selten vor der

Fäulniß der Frucht, so daß die jungen Pflänzchen aus der goldenen Rinde derselben hervorbrechen, weßhalb die Citrone als ein Sinnbild der Auferstehung, in einigen Gegenden mit einem eingesteckten Myrthenreis, bei Begräbnissen gebräuchlich ist. Alle Hesperidenfrüchte enthalten in ihrer Rinde sehr zahlreiche, mit wohlriechendem ätherischem Oele erfüllte Drüsen; eben solche finden sich aber auch in allen grünen Blättern, welche daher als Gewürz angewandt werden. Diese Oele — Citronenöl, Bergamottöl, Neroliöl — werden vielfach zu Parfümerien benutzt. Das Holz der Hesperidenbäume ist gelblich, fein und trefflich zu bearbeiten.

Auch in der Familie der Zygophylleen (Zygophylleæ) treffen wir mehrere Pflanzen, deren Holz sehr gesucht ist. Besonders verdient Erwähnung der westindische immergrüne Guajakbaum (Fig. 765), dessen Rinde und Harz arzneilich gebräuchlich sind, und dessen Holz, das sehr schwere, im Wasser untersinkende, dunkelgrün graue Pockholz oder Franzosenholz, aromatisch duftet und vielfach, besonders zu Kegelkugeln, verarbeitet wird. Zu derselben Familie ist der Burzeldorn zu stellen, welcher in Südeuropa wächst und durch die zweizeilig abwechselnde Stellung seiner Aeste eine seltsame Tracht erhält, und dessen Früchte, bekannt wegen ihrer Aehnlichkeit mit einem Malteserkreuze, in den einzelnen Fächern gegen die Fruchtreife zwischen den einzelnen Samen Scheidewände bekommen, von welchen zur Blüthezeit noch keine Spur bemerkbar ist. Diese „falschen" Scheidewände sind nichts anderes, als eine mit der Fruchtbreibildung der Hesperidenfrüchte vergleichbare Entwicklung



Fig. 765. Ein Zweig des Guajak- oder Franzosenholzbaumes (Guajacum officinale), nebst Frucht.

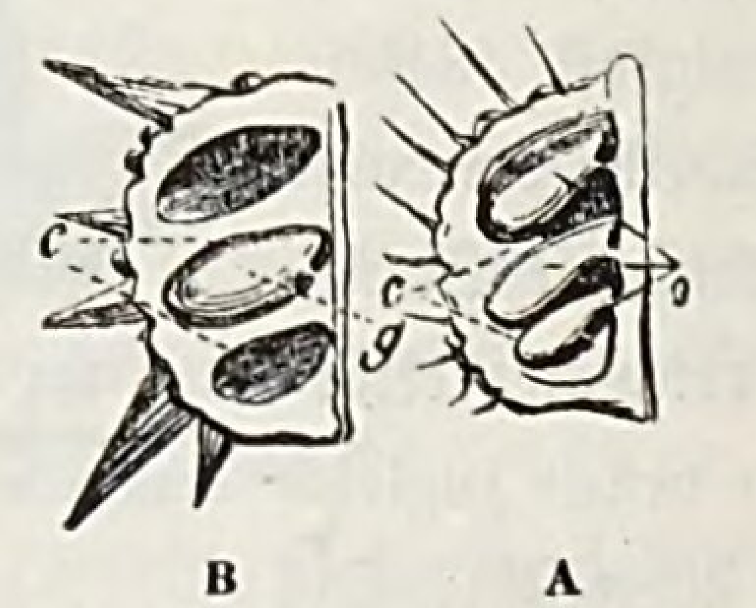


Fig. 766. Die Bildung der falschen Scheidewände in den Fruchtfächern des Burzeldornes (Tribulus terrestris). *

* A Ein Fruchtfach, senkrecht durchschnitten kurz nach der Blüthezeit; c Fruchtfach mit einspringenden Leisten, welche anfangen, sich zwischen die Samenknospen o zu legen. — B Dasselbe bei der Fruchtreife; c Scheidewände zwischen den Fächern; g ein Samenkorn, im mittelsten Fache zurückgelassen.

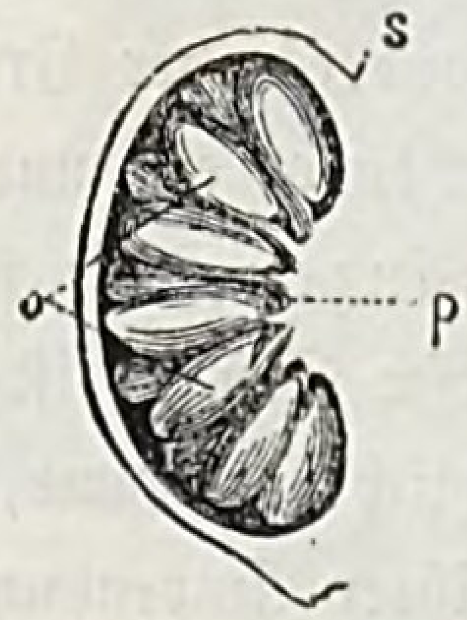


Fig. 769.
Senkrechter Durchschnitt eines Faches der Frucht von der gemeinen Harmelraute (Peganum harmala), vergrößert. *

* s Grund des Griffels; o Samenknospen; p Anschwellung des Samenträgers durch den Ursprung der vielen Nabelstränge der Knospen.

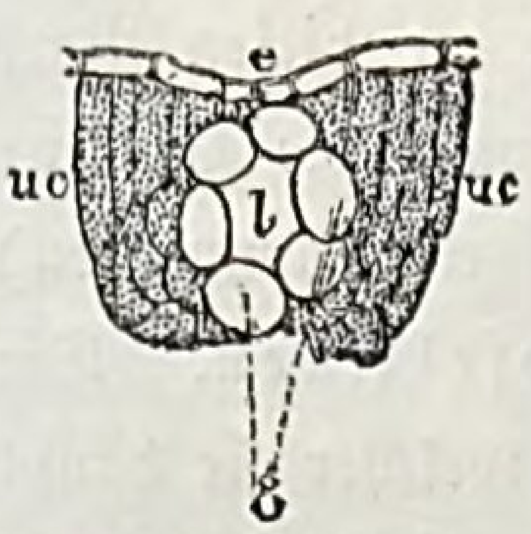


Fig. 768. Eine blasenartige Drüse aus dem Blatte der Weinraute (Ruta graveolens), vergrößert. *

* e Oberhautzellenschicht, welche über der Drüse eingesenkt ist; uc Zellen des Blattparenchyms, mit Chlorophyll gefüllt; g die Drüsenzellen, welche eine Gruppe bilden, innerhalb deren sich das ätherische Oel in einem blasenartigen Raume, l, angesammelt hat.



Fig. 767. Ein Staubfaden des bohnenartigen Doppelblattes (Zygophyllum fabago), vergrößert. *

* a Der untere Theil des Filamentes mit einem hornartigen Anhängsel; f der obere Theil des Filamentes, welcher die Antherenfächer l trägt.

der inneren Zellenschicht der Karpelle (Fig. 766). Die Staubfäden der Blüthen dieser Familie und der folgenden Familie der Simarubeen (Simarubeæ) tragen an ihren Filamenten eigenthümliche Anhängsel (Fig. 767). Letztere Familie enthält keine bemerkenswerthere Gewächse, als den surinamischen Quassiabaum (Quassia amara), dessen Holz von einem unvergleichlich bitteren Stoffe durchdrungen ist und daher nicht allein von keinem Insekte bewohnt wird, sondern auch als Gift für solche Anwendung findet. Noch unbedeutender ist die Familie der Ochnaceen (Ochnaceæ), welche, wie jene, ganz den tropischen Gegenden angehört.

Die Familie der Rautengewächse (Rutaceae) ist in unsern Küchengärten vertreten durch die Gewürz- oder Weinraute, welche in allen Theilen reich ist an ätherischem Oele, welches in großen Drüsen ausgesondert ist. Diese Drüsen können, nebst denen der Hesperidenbäume, als Beispiele für den Bau solcher Aussonderungsorgane dienen, welche nicht aus der Haut hervorragen (Fig. 768). Die drei- bis fünffächerige Frucht enthält in jedem Fache zahlreiche Samen, welche sehr nahe zusammen an dem Samenträger entspringen, dessen mittlerer Theil dabei angeschwollen erscheint. Die Stellung der Samenknospen ist bei solcher Gruppirung eine sehr verschiedene (Fig. 769). Für beide letzt erwähnte Verhältnisse bietet die Familie der Diosmeen (Diosmeæ) aufklärende und erweiternde Belege dar. Der als Gartenzierpflanze häufige gemeine Diptam, dessen fünffächeriger Fruchtknoten auf einer verlängerten Axe innerhalb der Blüthe steht, zeigt deutlich durch eine Höhlung in der Mittelaxe zwischen seinen Fruchtfächern, daß der Samenträger hier nicht die direkte Fortsetzung der Blüthenaxe ist, sondern daß jedes Karpell einen besonderen achselständigen Samenträger haben muß (Fig. 770). Die Drüsen dieser sehr stark duftenden Pflanze bilden den vollkommensten Uebergang von haarförmigen zu blasenförmigen Drüsen (Fig. 771) und sind so mit ätherischem Oele erfüllt, daß die ganze Pflanze bei Annäherung eines brennenden Zündhölzchens eine hoch auflodernde Flamme gibt.

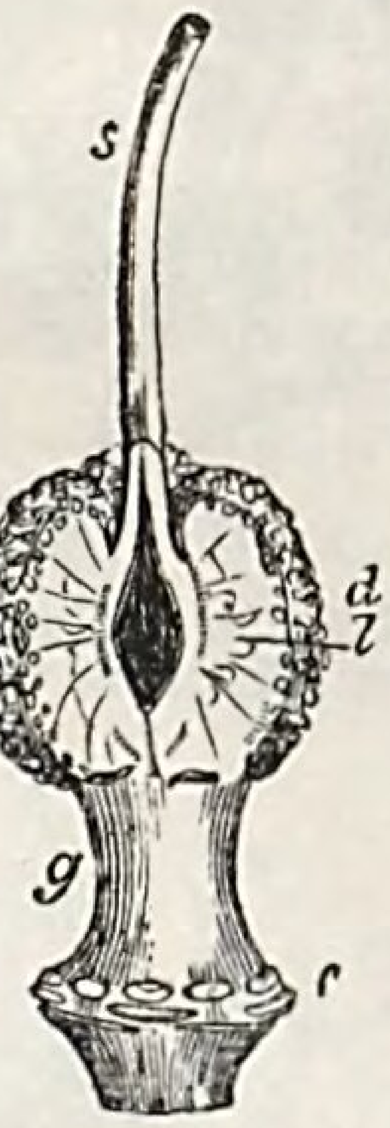


Fig. 770. Vergrößerte Darstellung des Fruchtknotens des gemeinen Diptam (Dictamnus albus, var. fraxinella). *

* o Narben an der Blüthenaxe, welche den Standpunkt der hinweggenommenen Kelch- und Kronenblätter bezeichnen; g Verlängerung der Blüthenaxe über diesem Punkte; o Fruchtknoten, von dessen fünf Fächern zwei weggenommen sind, um die Hohlheit der Axe zu zeigen; d Rückenfläche der Fruchtfächer; l Seitenfläche, welche sichtbar geworden ist; s der Griffel, welcher durch nichts äußerlich verräth, daß derselbe aus der Vereinigung von fünf Griffeln besteht.

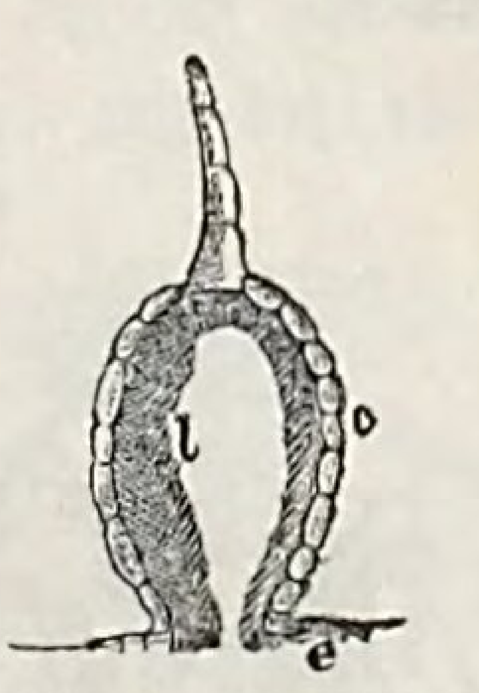


Fig. 771. Haar- und blasenförmige Drüse des gemeinen Diptam (Dictamnus albus), vergrößert, im senkrechten Durchschnitt. *

* e Oberhautzellen; l Blasenhöhlung mit grünlichem, ätherischem Oele erfüllt; c Zellen, welche die Wandung bilden, mit rothem Safte erfüllt.

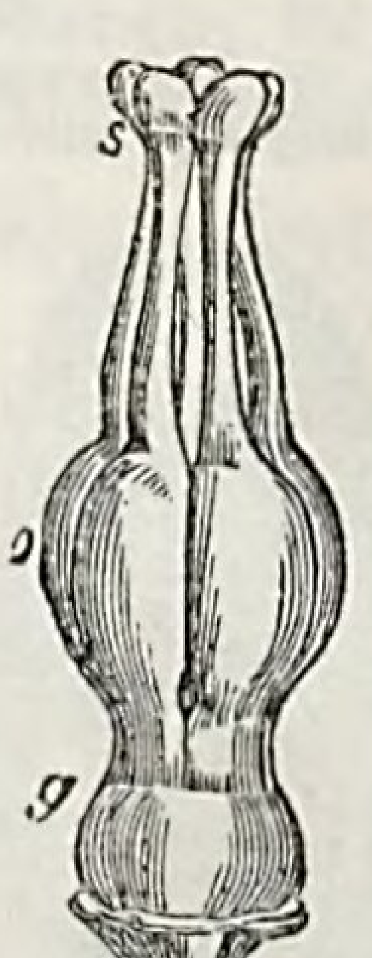


Fig. 772. Das Pistill der Blüthe des eschenartigen Gelbholz- oder Zahnwehholzbaumes (Xanthoxylon fraxineum). *

* c Narben von den hinweggenommenen Kelch- und Kronenblättern; g angeschwollene Verlängerung der Blüthenaxe über jenem Punkte; o Fruchtknoten, getrennt, obwohl nahe zusammengedrängt; s die fünf Griffel.

Der nordamerikanische Zahnwehholzbaum, ein Mitglied der Familie der Xanthoxyleen (Xanthoxyleæ) vollendet die Verdeutlichung der Fruchtbildung der letzten Familien. Hier ist der Fruchtknoten fünffach, indem die fünf Karpelle getrennt bleiben und jedes seinen eigenen Griffel trägt (Fig. 772).

Die Familie der Cedreleen (Cedreleæ) enthält mehrere Bäume, welche die ausgezeichnetsten Mobilienhölzer liefern. Es gehört dahin der Mahagonibaum (Fig. 773) Westindiens, dessen rothbraunes Holz dem Wurmfraße nicht ausgesetzt und daher zu Mobilien allgemein, seiner Kostbarkeit wegen freilich gewöhnlich nur in dünnen Fournierblättern als äußere Belegung, angewandt wird; ferner der Cedrelabaum (Cedrela febrifuga), dessen Holz als „ostindisches Mahagoni" in den Handel kommt, und der bengalische Chloroxylon (Fig. 774), dessen Holz tiefgelb, übrigens dem Mahagoni sehr ähnlich ist. Die Blüthen dieser Bäume stehen in Trauben und bieten so manche Aehnlichkeiten mit den Verhältnissen der Rebengewächse dar, daß man sie auch mit jenen in eine gemeinsame Ordnung stellen kann. Die Früchte der Cedreleen sind holzige Kapseln, innerhalb deren sich zwischen den Reihen der Samenknospen Scheidewände befinden, welche indessen nicht als einwärts gebogene und so mit dem Mittelsäulchen verwachsene Ränder der Karpelle betrachtet werden müssen, sondern als Leisten, welche aus dem Mittelsäulchen selbst hervorgehen. Man überzeugt sich davon bei der Beobachtung der Weise, in welcher die Früchte



Fig. 773. Ein Zweig des Mahagonibaumes (Swietenia mahagoni), mit Blättern und Blüthen.



Fig. 774. Ein Zweig des Chloroxylonbaumes (Swietenia chloroxylon), mit Blättern und Blüthen.

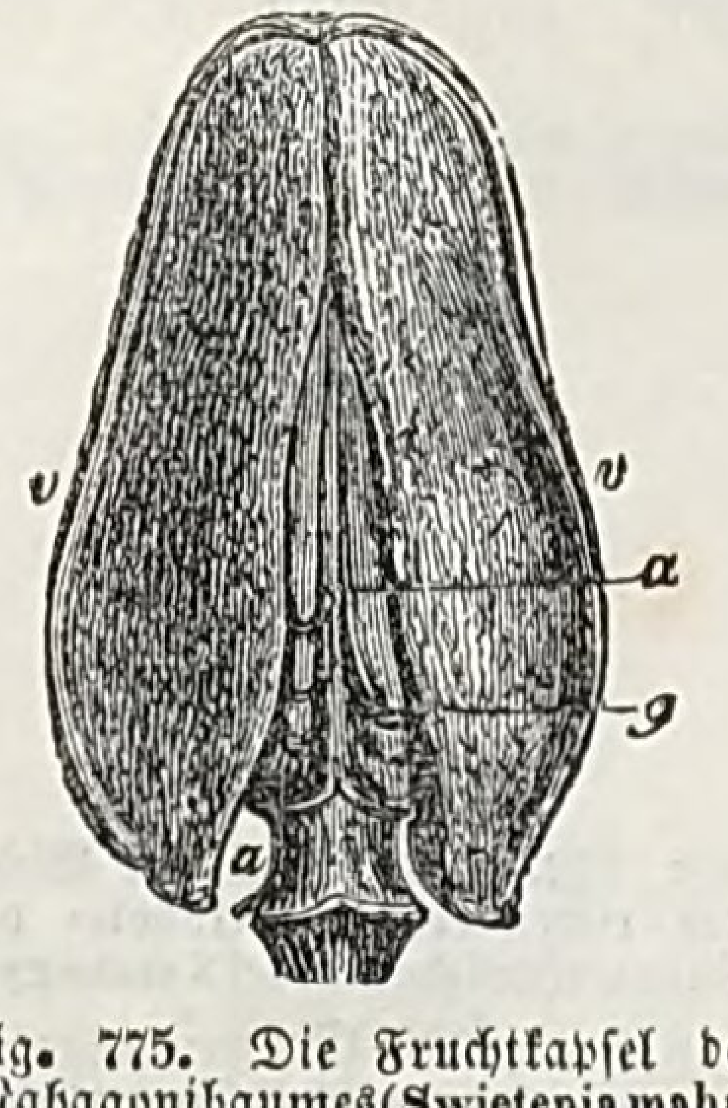


Fig. 775. Die Fruchtkapsel des Mahagonibaumes (Swietenia mahagoni), unten aufspringend. *

* *a* Mittelsäulchen; *c* Scheidewände, welche als Längsleisten desselben erscheinen; *vv* die losgesprungenen Karpelle; *g* Samen, in Reihen zwischen den Scheidewänden stehend.

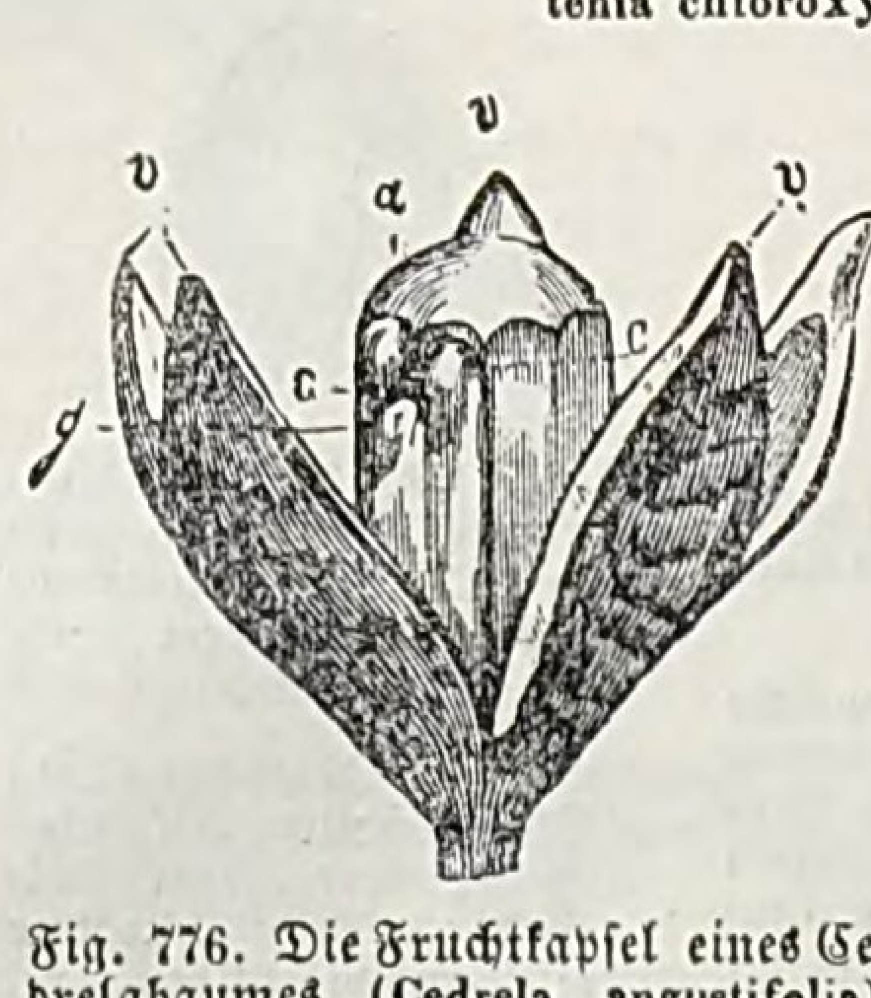


Fig. 776. Die Fruchtkapsel eines Cedrelabaumes (Cedrela angustifolia), oben aufspringend. *

* *v* Karpelle; *a* Mittelsäulchen; *c* Scheidewände, welche Längsleisten am Mittelsäulchen bilden, zwischen denen die Samen *g* stehen.

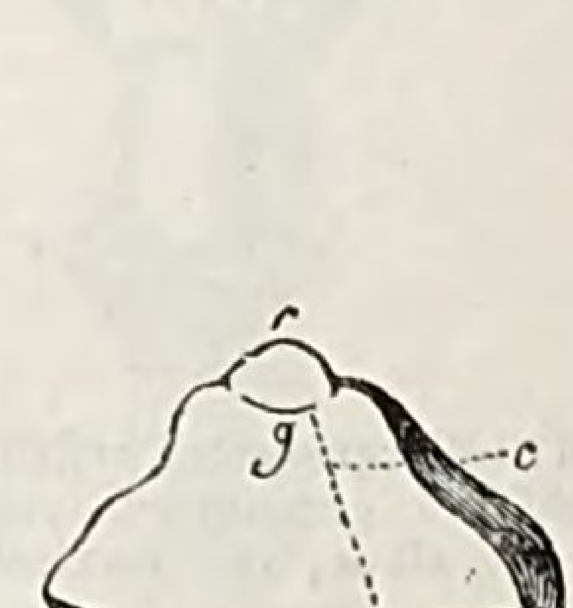


Fig. 777. Senkrechter Durchschnitt des Embryo der guianischen Carapa (Carapa guianensis), vergrößert. *

* *r* Axenorgan, nach oben gekehrt; *g* Keimungsknöspchen; *c* Nahtlinie, welche die Trennung der Cotyledonen verräth.

aufspringen, indem sich die Klappen, entweder am unteren (Fig. 775) oder am oberen (Fig. 776) Ende losreißen und dabei die Scheidewände keineswegs mit sich nehmen, sondern es bleiben letztere mit dem Mittelsäulchen verbunden. Die Samen sind geflügelt.

Auch die Familie der Melicaceen (Melicaceæ) theilt die verschiedenen Verwandtschaften der Duftgewächse und der Rebengewächse. Der Zedrach oder Paternosterstrauch (Melica azedarach) repräsentirt dieselbe als Zierstrauch in vielen Gärten. Mehrere mit demselben nahe verwandte, aber wenig wichtige Pflanzen zeigen in ihren Blüthen alle Uebergänge von den Kronenblättern zu Nektarien und Staubfäden, so daß sie in dieser Hinsicht belehrend sind. Interessant ist die Bildung des Samenembryo bei einer dieser Gattungen, der guianischen Carapa (Fig. 777), indem die beiden Cotyledonen desselben so mit einander vereinigt sind, daß man nur einen kreiselförmigen Körper bemerkt, auf dessen Durchschnitt kaum eine Spur der ungleichen Theilung in zwei Hälften zu erkennen ist.

Fünfundzwanzigste Ordnung.

Die Rosenblüthler. Rosifloræ.

Die allbekannte Blüthenform der wilden Rose (Rosa canina, Fig. 778) ist einer Anzahl von Pflanzenfamilien gemeinsam, welche auch im Uebrigen mannigfache Verwandtschaft mit derjenigen Familie besitzen, zu welcher die Rosen selbst gerechnet werden, und welche man daher die der Rosengewächse (Rosaceæ) nennt. Fünf unvereinigte und dann mit Nebenblättchen versehene, oder am unteren Theile vereinigte Kelchblätter und fünf, mit diesen abwechselnde unvereinigte Kronenblätter charakterisiren jene Blüthenform in Verbindung mit einer meistens sehr großen Zahl von Staubfäden und von Fruchtknoten. Dabei kann die Form der Blüthenaxe eine sehr verschiedene sein, und bei den eigentlichen Rosaceen selber finden sich in dieser Beziehung schon die größten Gegensätze, indem bei den einen, wie bei den Erdbeeren, die Blüthenaxe als ein kegelförmiges Polster, ähnlich wie bei den Ranunkeln, in der Mitte der Blüthe hervortritt, bei den andern, wie bei den Rosen, dagegen gerade der



Fig. 778. Die Blüthe der wilden Heckenrose (Rosa rubiginosa). *

* *b* Ein Deckblatt; *ct* hohle Wölbung der Blüthenaxe unter der Blüthe; *cf* Kelchblätter; *p* Kronenblätter.

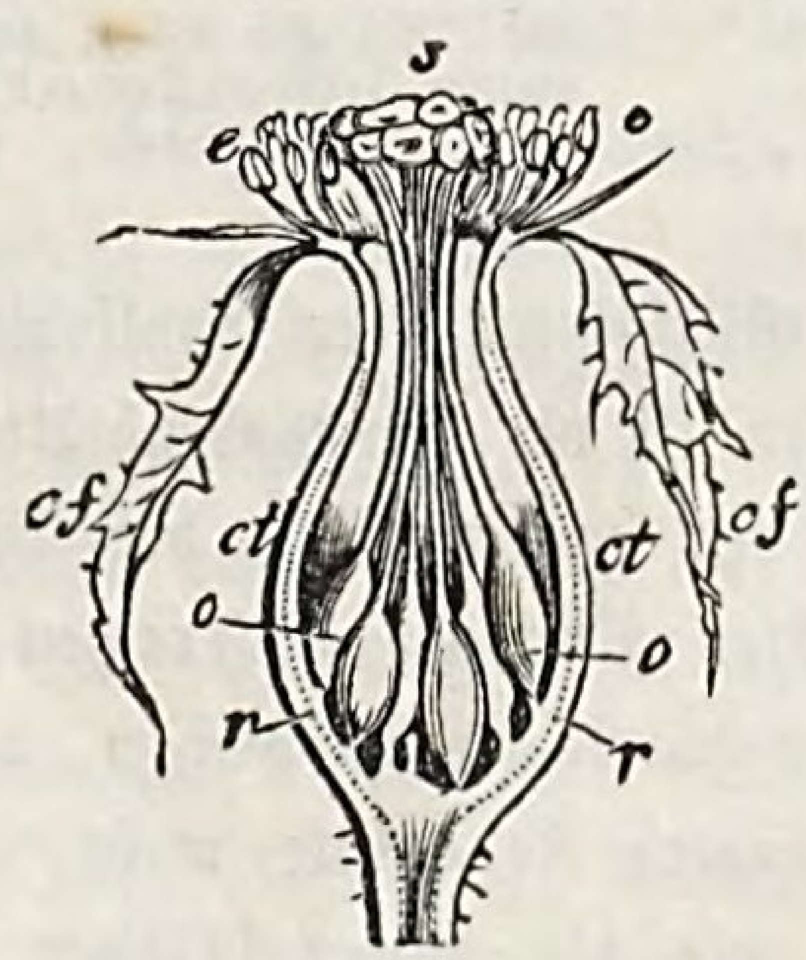


Fig. 779. Senkrechter Durchschnitt einer Blüthe der wilden Rose. *

* *rr* Die hohlvertiefte und dabei bauchig gewölbte Blüthenaxe; *ct* derjenige Theil, welchen man leicht für einen hypogynischen Fruchtknoten halten könnte; *cf* Kelchblätter; *p* Kronenblätter; *e* Staubfäden; *o* Fruchtknoten; *s* Griffel derselben.

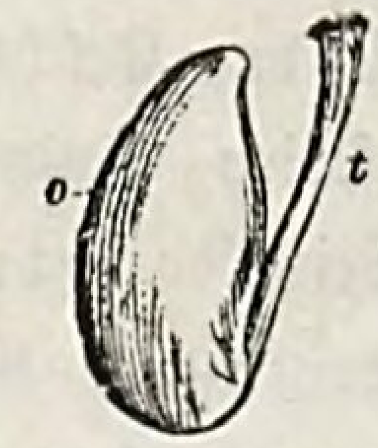


Fig. 780. Ein Fruchtknoten *o*, von dem Blüthenboden der Erdbeerpflanze (Fragraria vesca) genommen, aus einem enizigen Karpelle gebildet und den Griffel *t* als rückenständige Granne tragend. Zwanzigfach vergrößert.

umgekehrte Fall eintritt. Hier erreicht nämlich derjenige Theil der Blüthenaxe, an welchem die Kelch- und Kronenblätter, sowie die Staubfäden befestigt sind, eine längere Ausbildung, als der die Karpelle tragende Gipfel, und so wird der Blüthenboden, anstatt erhaben zu sein, vertieft und trägt dabei die Fruchtknoten gerade in seinem tiefsten Theile (Fig. 779). Trotz dieser eigenthümlichen Stellung und völligen Trennung der Fruchtknoten sind doch bei einigen Rosen, z. B. bei der niederliegenden Heckenrose (**Rosa repens**) die Griffel mit einander verwachsen. In Beziehung auf die Griffel zeigen die Rosaceen auch anderweitig die größte Mannigfaltigkeit. So ist derselbe bei den kleinen Fruchtknoten, welche den kegelförmigen Blüthenboden der Erdbeere bedecken, nicht auf dem Gipfel eingefügt, sondern ganz unten auf dem Rücken (Fig. 780), eine Stellung, welche geeignet ist, uns an die rückenständige Granne der Grasspelzen (Seite 827) zu erinnern. — Die Blätter der Rosaceen sind meistens zusammengesetzt, gefiedert (Fig. 781) oder handförmig getheilt (Fig. 782) und an ihrem Grunde mit Nebenblättchen versehen, welche an dem Blattstiele Oehrchen zu bilden pflegen. Bei denjenigen Geschlechtern, deren Blüthenaxe kegelförmig in der Blüthe hervorragt, stehen am Grunde der fünf Kelchblätter je zwei Nebenblättchen, welche jedoch nicht selten, sowie sie paarweise benachbart sind, zusammenwachsen und, dadurch zur Fünfzahl zurückgeführt, gleichsam einen Nebenkelch oder zweiten Kelchquirl darstellen, dessen Blätter mit den eigentlichen Kelchblättern abwechselnd stehen (Fig. 783). Man sieht zugleich hieraus, daß die Kelchblätter der

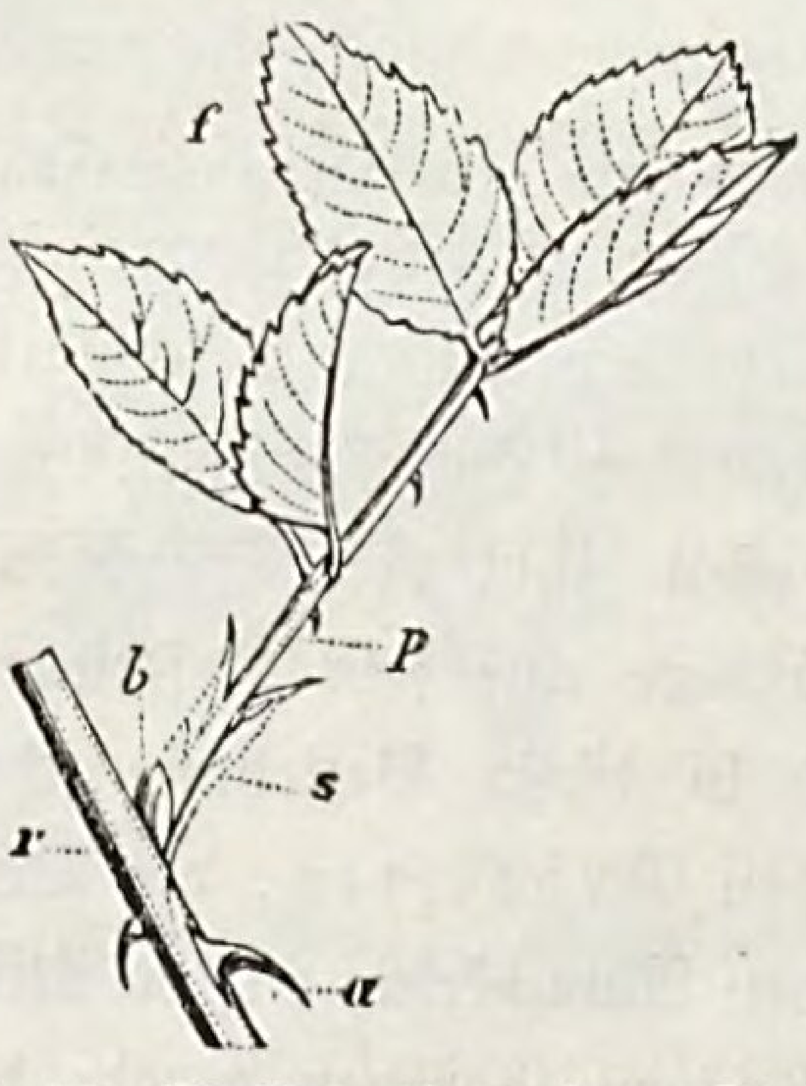


Fig. 781. Ein Rosenblatt mit dem Theile des Zweiges, an welchem es steht. *

* *r* Zweig; *a* Stachel; *f* Blatt; *p* der Blattstiel; *s* Nebenblättchen (stipulæ); *b* Achselknospe.

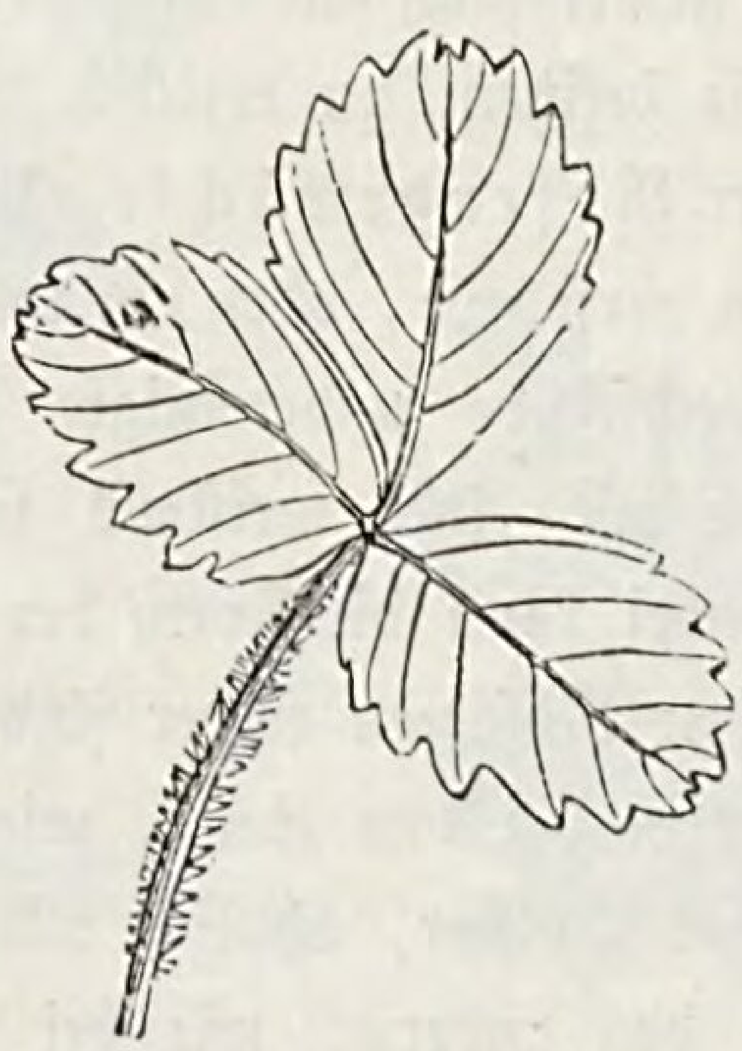


Fig. 782. Ein Blatt der gemeinen Erdbeerpflanze (Fragraria vesca).

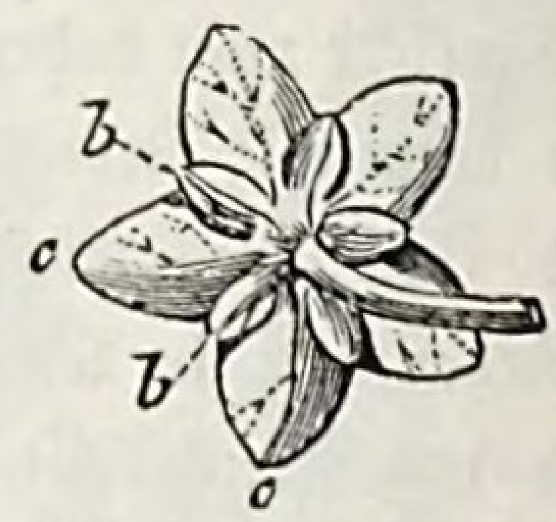


Fig. 783. Der Kelch des Gänseblümchens (Potentilla verna) von der unteren Seite, mit seinem Nebenkelche, doppelte Größe. *

* *c* Kelchblätter; *b* die Blätter des Nebenkelches, deren jedes aus der Vereinigung der Nebenblättchen der beiden benachbarten Kelchblätter entstanden ist.

Rosaceen nicht bloße Blattstielblätter oder Phyllodien sind, sondern ächten Blättern entsprechen. Bei den Rosen ist der den Nebenblättern und Phyllodien entsprechende Theil der Kelchblätter an den hohlen Theil der Blüthenaxe angewachsen, während die freien Spitzen den ächten Blättern entsprechen, was sich am deutlichsten durch die bei Monatrosen sehr häufigen Pelorien, d. h. verunstaltete Blüthen, zeigt, an denen das eine oder andere Kelchblatt mehr oder minder vollständig gefiedert zusammengesetzt erscheint, wie die ächten Blätter. — Außer den schon genannten Pflanzen gehören zu den Rosaceen die Benediktenkräuter (**Geum**), die Brombeersträucher (**Rubus**, Fig. 783, a—f), zu deren Geschlechte auch die Himbeeren (**Rubus idæus**) zu rechnen sind, die Blutaugenkräuter (**Comarum**), Fingerkräuter (**Potentilla**) und der Odermennig (**Agrimonia eupatoria**). Mehrere

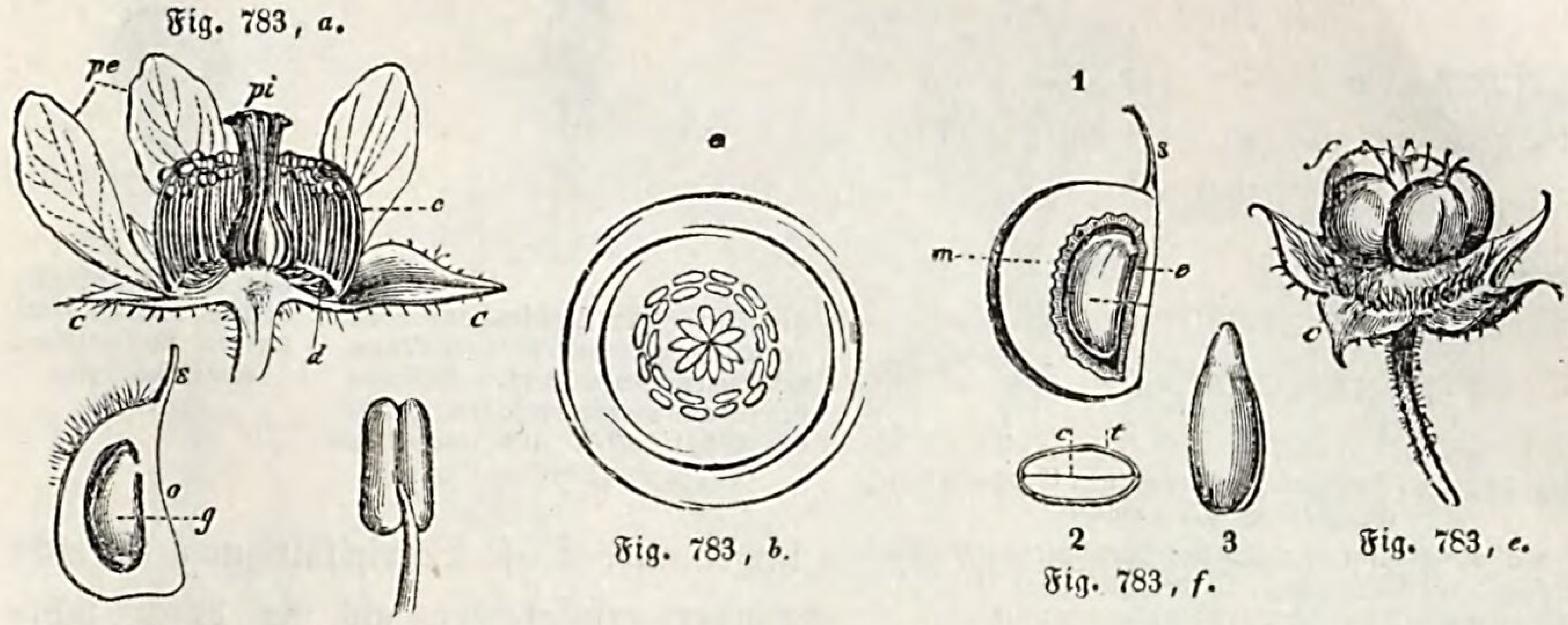


Fig. 783, a. Fig. 783, b. Fig. 783, c. Fig. 783, d. Fig. 783, e. Fig. 783, f.

Fig. 783, *a*. Eine Blüthe des Brombeerstrauches (Rubus cæsius), senkrecht geschnitten. *

* *c* Kelchblätter; *pe* Kronenblätter; *e* Staubfäden; *d* scheibenartig ausgebreitete Vereinigung der Ursprungspunkte der Staubfäden; *pi* die Griffel der zahlreich auf der kegelförmigen Blüthenaxe beisammen stehenden Fruchtknoten.

Fig. 783, *b*. Diagramm der Brombeerblüthe. Fünf Kelchblätter; fünf Kronenblätter; viermal fünf Staubfäden; zweimal fünf Fruchtknoten.

Fig. 783, *c*. Ein Staubfaden der Brombeerblüthe, von der Rückenseite, vergrößert.

Fig. 783, *d*. Einer der Fruchtknoten aus einer Brombeerblüthe, senkrecht durchschnitten, vergrößert. *

* *s* Grund des Griffels; *o* Fruchtknoten; *g* Samenknospe, im inneren Winkel des Fruchtknotens an einem achselständigen Samenträger befestigt, mit welchen die Ränder des Karpells verwachsen sind. Die Knospe hangt aber mit aufwärts gekehrter Mikropyle.

Fig. 783, *e*. Eine Brombeere. *

* *c* Bleibender Kelch, auf welchem man noch Spuren der verwelkten Staubfäden bemerkt; *f* die einzelnen fleischigen Früchte, mit Ueberresten der Griffel.

Fig. 783, *f*. Frucht und Same der Brombeere. *

* 1 Eine der Früchte, senkrecht durchschnitten, vergrößert; *s* Griffel; *m* fleischige äußere Schicht der Fruchtwandung; *e* steinig holzige innere Schicht derselben; beide sind aus dem Karpelle entwickelt; *g* Samenkorn. — 2 Horizontalschnitt des Samenkornes; *t* Samendecken; *c* Cotyledonen. — 3 Der Embryo, sein Würzelchen aufwärts kehrend.

derselben liefern treffliche Früchte; aber während es bei den Brombeeren die äußere Schicht der Karpelle ist, welche die fleischigen, etwas mit einander verwachsenen Warzen bildet, die wir als „Himbeere" oder „Brombeere" gemeinsam von dem kegelförmigen Blüthenboden zum Verspeisen ablösen, und innerhalb deren die steinige innere Schicht der Karpelle eine kleine, den darin enthaltenen Samen eng umschließende Steinfrucht darstellt, so ist es bei den Erdbeeren der fleischig gewordene Blüthenboden selbst, welchen wir verzehren, und auf welchem die kleinen zerstreut auf demselben stehenden Schließfrüchtchen eben ihrer Kleinheit wegen kaum bemerkt werden. Bei den Rosen ist dagegen die „Hagebutte", welche man als Frucht anzusehen geneigt sein könnte, nichts anderes, als die fleischig gewordene Blüthenaxe, innerhalb deren sich ein saftiger Brei, von der Beschaffenheit eines Fruchtbreies, um die eigentlichen steinigen Früchtchen entwickelt hat. So ähnlich also eine Brombeere äußerlich auch der Maulbeere (Seite 900) sein mag, so ist doch die Natur derselben eine äußerst verschiedene. Bei den Erdbeeren sind sehr häufig die durch Cultur entstandenen Varietäten mit „samenlosen Früchten" richtiger solche, bei welchen die Früchte unentwickelt bleiben und dafür die eßbare Blüthenaxe um so ausgezeichneter gedeiht. Die Vermehrung ist auch hier ohne Samen genügend gesichert. Lang ausgestreckte und nur mit schuppenähnlichen Phyllodien besetzte Zweigaxen kriechen als „Ausläufer" weit auf dem Boden hin, erzeugen in den Achseln der Phyllodien neue Zweigaxen, welche durch Adventivwurzeln selbstständig werden (Fig. 784), worauf die Ausläufer vertrocknen. Die neuen Pflänzchen senden sogleich neue Aus=

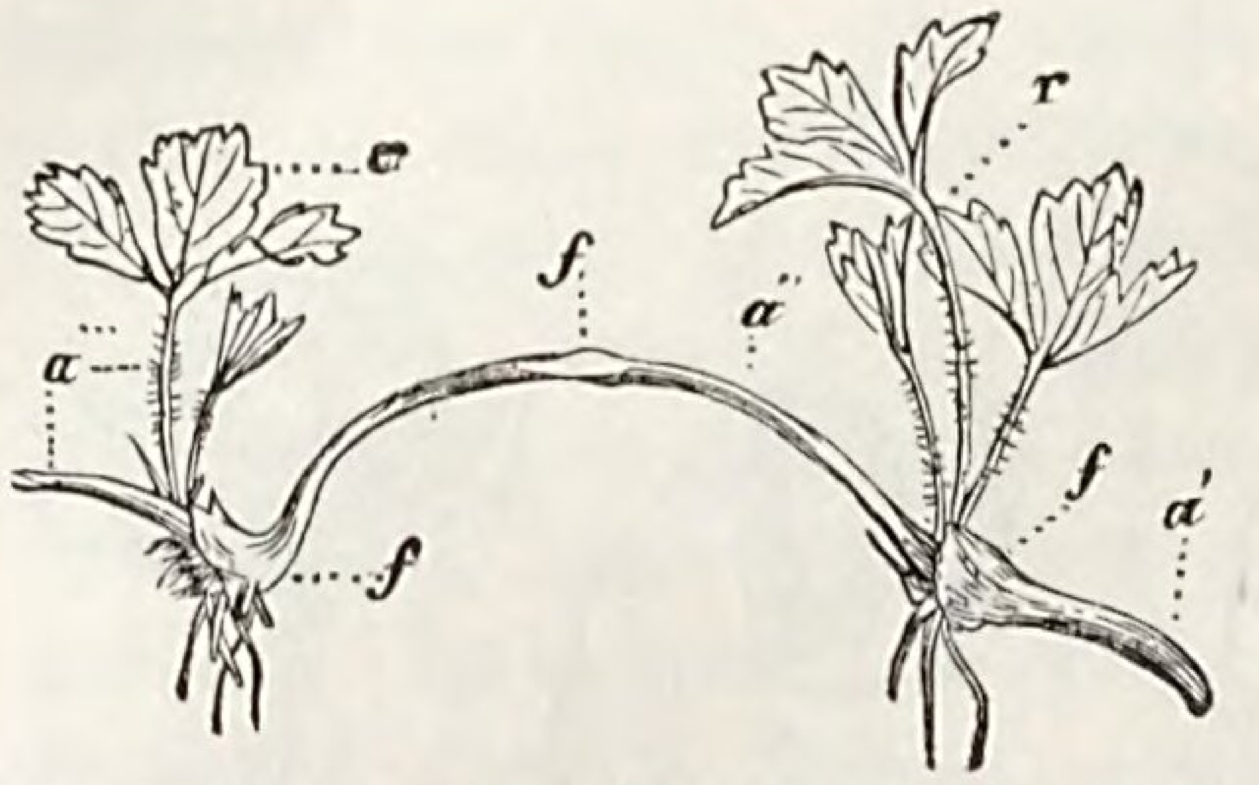


Fig. 784. Ein Ausläufer des gemeinen Erdbeerpflänzchens (Fragraria vesca). *

* a' a'' a''' Internodien des Ausläufers; ff Phyllodien; rr Pflänzchen, in der Achsel der Phyllodien entsprungen, mit ihren Adventivwurzeln.



Fig. 785. Ein Drüsenhaar vom gemeinen Benediktenkraute (Geum urbanum), vergrößert. Dasselbe besteht aus mehreren Zellen, welche den Stiel bilden und mehreren größeren Drüsenzellen.



Fig. 786. Eine Drüse von der hundertblätterigen Rose (Rosa centifolia), vergrößert.

läufer aus. Diese Vervielfältigung ist nicht minder erfolgreich, als sie durch zahlreiche Samen bewirkt werden könnte. — Die Rosaceen sind an Blättern und Stengeln meistens mit Haaren besetzt, welche auf der Unterseite einiger einen äußerst zarten, silberweißen Filz bilden. Nicht selten sind dieselben aber drüsig und dabei von äußerst verschiedenen Formen (Fig. 785 und 786). An den Stengeln und Kelchlättern der Moosrose sind sie sehr groß, und dabei vielfach verästelt und zerschlitzt, so daß sie das sogenannte „Moos" darstellen. Aehnliche Auswüchse entwickeln sich durch die Stiche der Gallwespen; wir lernten dieselben als Rosenäpfel oder Schlafäpfel (Bedeguar) kennen (Seite 385). Zu den Haaren könnte man mit Recht auch die Stacheln der Rose stellen (Fig. 781), jene krummen stechenden Auswüchse, welche sowohl an den Zweigen als an den Blattstielen ohne alle Regel und Ordnung stehen, und welche nichts anderes sind, als sehr verhärtete und feste Auswüchse der Rinde. Dieselben unterscheiden sich daher wesentlich von den Dornen, welche als Umwandlungen bestimmter Organe, sei es von Blättern oder einzelnen Blattrippen, oder sei es von Zweigen, zu betrachten sind. — Bei allen Rosaceen ist außerordentlich groß die Menge von Varietäten in Frucht und Blüthe, welche man durch die Cultur erhalten hat. Besonders häufig ist bei den cultivirten Rosen die Füllung, d. h. die vollständige oder theilweise Umbildung der Staubfäden in Kronenblätter. In einer ganz gefüllten Rose fehlen die Staubfäden daher gänzlich, und eine solche Blüthe kann somit keine Samen, gleichwohl freilich eine Hagebutte, erzeugen.

Den Rosaceen nahe verwandt ist die Familie der Bibernellen (Sanguisorbeæ), deren meisten Pflanzengattungen die Kronenblätter ganz fehlen und deren einige eingeschlechtige Blüthen haben. Das gemeine Bibernellkraut (Poterium sanguisorba), seines gurkenähnlichen Geschmackes wegen als Küchengewürz in Gärten cultivirt, mit unscheinbaren, aber außerordentlich zierlichen Blüthen, besonders prachtvoll purpurrothen, pinseligen Griffeln, und die Sinaupflanzen (Alchemilla) sind Mitglieder dieser Familie. Aus der Familie der Spiergewächse (Spiræaceæ) wachsen mehrere staudige Arten des Geschlechtes der Spiräen (Spiræa) bei uns wild, während andere strauchige als Ziergewächse in Gärten angetroffen werden. Unter ersteren ist die Knollenspierstaude wegen ihrer knollig angeschwollenen Adventivwurzeln bemerkenswerth (Fig. 787).

Die Familie der Kernobstpflanzen (Pomaceæ) ist für die minder warmen Länder der nördlichen gemäßigten Zone eine der wichtigsten; zu dieser zählen die Apfelbäume (Pyrus malus) und Birnbäume (Pyrus communis), sowie auch

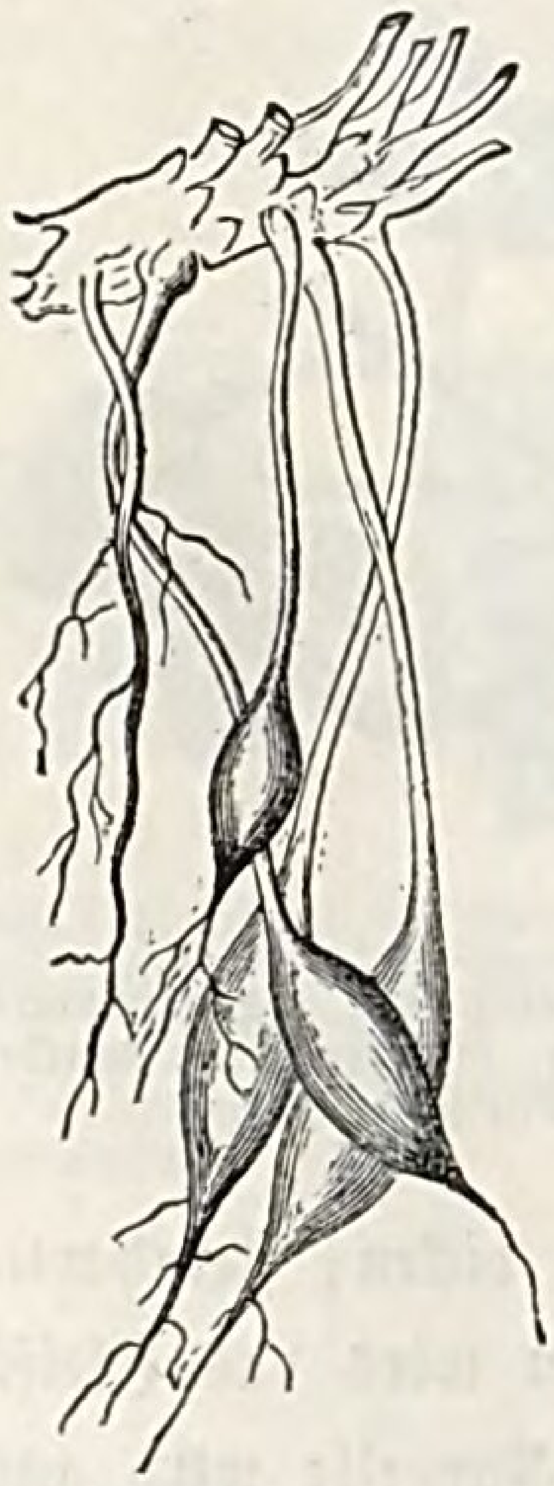


Fig. 787. Das unterirdische Rhizom mit den knollig angeschwollenen Adventivwurzeln der Knollenspierstaude (Spiræa filipendula).



Fig. 788, a. Zusammengesetzte Doldentraube des Elsebeerebereschenbaumes (Sorbus torminalis). *

* a' Primäre Axe; a'' sekundäre Axen, in der Achsel wahrer Blätter entspringend; a''' tertiäre Axen, in der Achsel von Bracteen, b, entspringend.



Fig. 788, b. Ein blühender Zweig des gemeinen Weißdorns oder Hagedorns (Cratægus oxyacantha).

die Cydonien oder Quitten (Cydonia vulgaris), die Mispeln (Mespilus germanica), die Weißdorne (Cratægus), Steinquitten (Cotoneaster), die Ebereschen oder Vogelbeerbäume (Sorbus aucuparia) und mehrere, allen diesen verwandte, meistens baum- oder doch strauchartige Pflanzen.

Die Blüthen der wichtigsten Pomaceen, deren Früchte wir genießen, erscheinen im Frühlinge vor den Blättern in Büscheln beisammen, aus den Knospen hervorbrechend, welche die kurzen, im Jahre zuvor mit Laubbüscheln versehen gewesenen Aestchen den Winter hindurch abschloßen. Bei den übrigen Geschlechtern erscheinen sie später als achsel- und endständige doldenähnliche Trauben (Fig. 788, a und 788, b). In allen diesen Blüthen stehen auf dem Gipfel der Blüthenaxe fünf Karpelle zu einem Fruchtknoten vereinigt; in den Apfelblüthen sind die Griffel getrennt, in den Birnblüthen dagegen der Länge nach zusammengewachsen; die Staubfäden aber, nebst Kronen- und Kelchblättern sind an den Fruchtknoten gewachsen, so daß ihre freien Theile epigynisch (Seite 783) erscheinen. Bei der Mispel ist der Fruchtknoten in die Blume gleichsam eingesenkt, so daß diese Blüthen hiedurch einen Uebergang zu den Blüthen der Rosen machen. In allen Blüthenorganen herrscht die Fünfzahl, einfach bei Kelch-, Kronen- und Karpellblättern, vielfach bei den Staubfäden. Nach der Blüthezeit fallen die Kronenblätter ab, während die Stempel, Staubfäden und Kelchblätter auf dem Gipfel des Fruchtknotens verbleiben. Letzterer bildet nun die Apfelfrucht (Fig. 789), welche innen fünf Fächer besitzt, deren Wandung zunächst aus einer pergamentartigen Schicht besteht, der inneren Schicht des Zellgewebes der Karpelle entsprechend, während die äußere Schicht der Karpelle eine beträchtliche Fleischmasse gebildet hat. Nicht das ganze Fleisch der Apfelfrucht entsteht aber aus der Entwicklung des Karpellgewebes, sondern die angewachsenen, den Fruchtknoten äußerlich umgebenden Blüthentheile bilden eine zweite, innig mit der ersteren verschmolzene und noch beträchtlichere Schicht von Fleisch. Jedoch erkennt man stets auf dem Durchschnitte der Frucht noch die Spur der Grenze. Die gegen den Stiel angeschwollene Frucht heißt Apfel, die gegen den Stiel verjüngte, Birne. Bei



Fig. 789. Apfelfrüchte und Blüthen von Pomaceen. *
* *a* Aepfel; *b* Birnen; *c* Quitte; *d* Mispel.



Fig. 790. Ein Zweig des Speierbaumes, (Sorbus domestica), mit Früchten; daneben Blüthen.

der Mispel bildet die innere Schicht der Karpelle sich zu einer dicken, steinharten Kruste aus, welche die Samen umschließt; bei den Weißdornen wird das Fleisch der kleinen Frucht saftig breiartig, und die innere Schicht der Karpelle wird auch bei diesen ein „Steinchen". Bei der Vogelbeere dagegen finden wir in kleinstem Maßstabe ein genaues Nachbild des Apfels (Fig. 790). Die Fruchtfächer der Pomaceen sind oft nicht vollzählig vorhanden. Jedes Fach enthält ein, zwei oder mehrere Samen an einem im inneren Fachwinkel stehenden Samenträger, welcher eigentlich nur eine mit den Rändern des Karpells verwachsene Leiste der Blüthenaxe war, allein frühzeitig durch Zerspaltung der Axe, in Folge der Entwicklung der Frucht, so von den übrigen Leisten gesondert wurde, daß sie sich erst am unteren Theile der Frucht wieder mit denselben vereinigt. Die stets umgekehrt stehenden Samen enthalten in einer festen braunen, bei der Quitte mit Wasser befeuchtet Schleim bildenden, äußeren Samenhaut und einer zarten, weißen, inneren einen großen Embryo, welcher sein Wurzelende zur Mikropyle abwärts kehrt und somit aufrecht in der Frucht steht, und dessen Cotyledonen auf der inneren Fläche deutlich die Mittelrippe und die verzweigten Adern erkennen lassen. Bei der Mispel sind sie sogar ganz grün. — Die wildwachsenden Stammsorten der Obstbäume tragen ungenießbare Früchte, welche im Uebermaße durchdrungen sind von der Säure, welche dem süßen Geschmacke des Edelobstes eine so angenehme Milderung gibt. Man nennt diese Säure Apfelsäure, und dieselbe hat vollkommen die gleiche Mischung, welche die Citronsäure besitzt ($C^4 H^4 O^4$), mit der sie als isomer zu betrachten ist; denn beide Säuren verhalten sich höchst verschieden, und man kennt kein Mittel, die eine in die andere umzuwandeln. Das Edelobst, in tausend Sorten durch die Cultur entstanden und fortgepflanzt, zeichnet sich vorzugsweise durch Zartheit der Zellenmembranen seines Fleisches aus, deren Verdickungsschichten gallertartig bleiben. Nur stellenweise ist das Fleisch der Birnen mitunter „steinig", d. h. verholzt, indem die beträchtlichen Verdickungsschichten der Zellen aus Cellulose bestehen. Dabei sind solche Verdickungsschichten stets mit Tüpfellücken versehen, welche, da sie in den verschiedenen Schichten zusammentreffen, auf Durchschnitten Kanäle darstellen, die nur durch die einfache äußerste Zellenmembran geschlossen sind (Fig. 791). Auch der Wuchs der Edelobstbäume ist von demjenigen der wilden Stammsorten verschieden; letztere bilden sehr vielfach Dornen aus verkümmernden Aesten; bei ersteren kommen solche nicht vor. Die Fortpflanzung des Edelobstes geschieht ganz allgemein durch

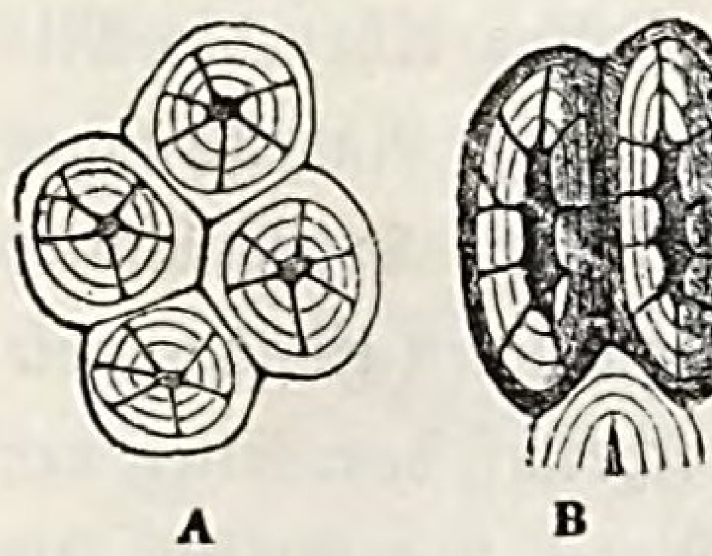


Fig. 791. Zellen aus einer steinigen Partie des Fleisches einer Winterbirne. *

* A Horizontalschnitt; B Längenschnitt.

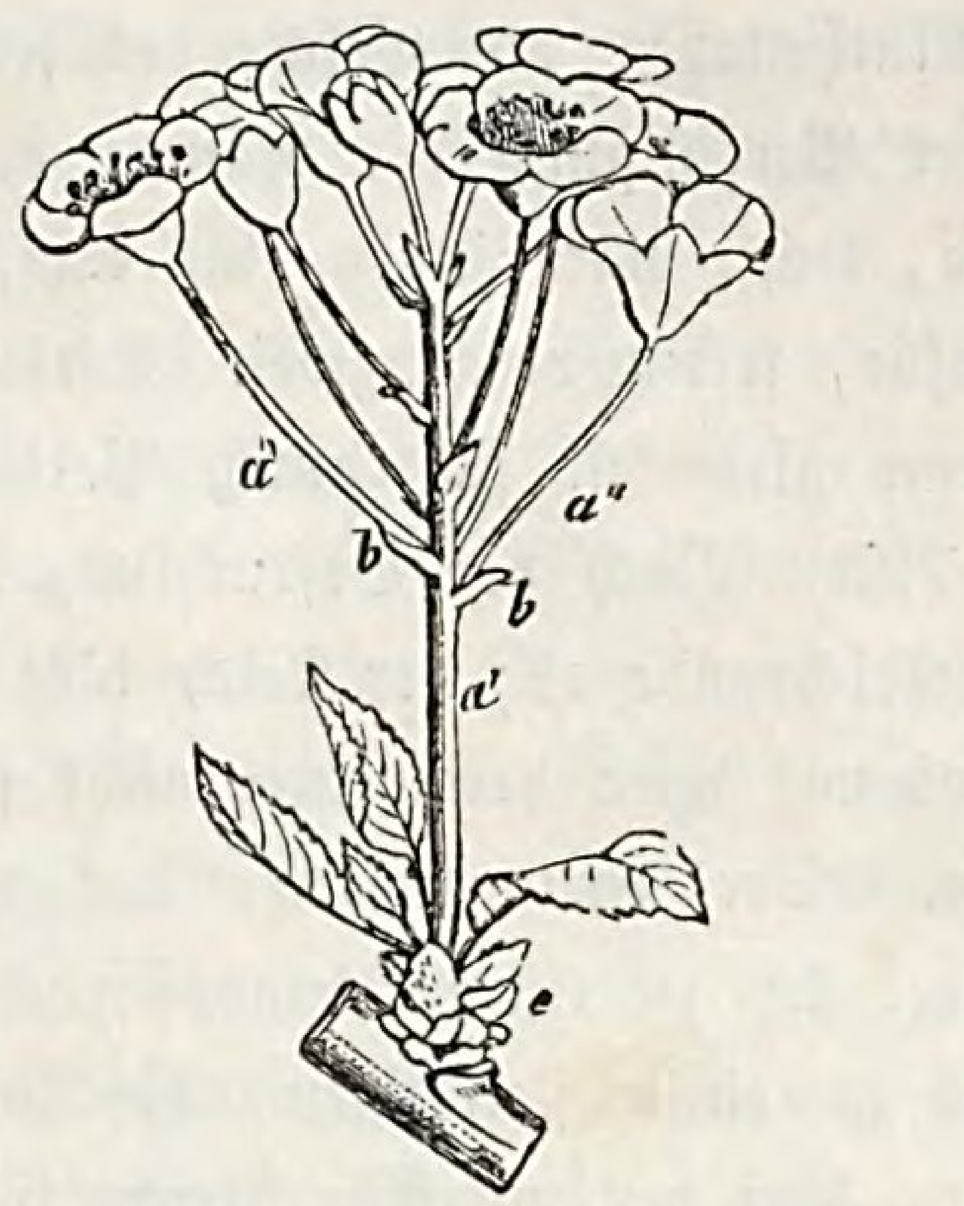


Fig. 792. Einfache Doldentraube des Mahalebkirschenbaumes (Prunus mahaleb). *

* e Schuppen der Winterknospe, aus welcher der Blüthenzweig hervorgebrochen ist; a' primäre Axe; a'' sekundäre Axen; bb Bracteen.

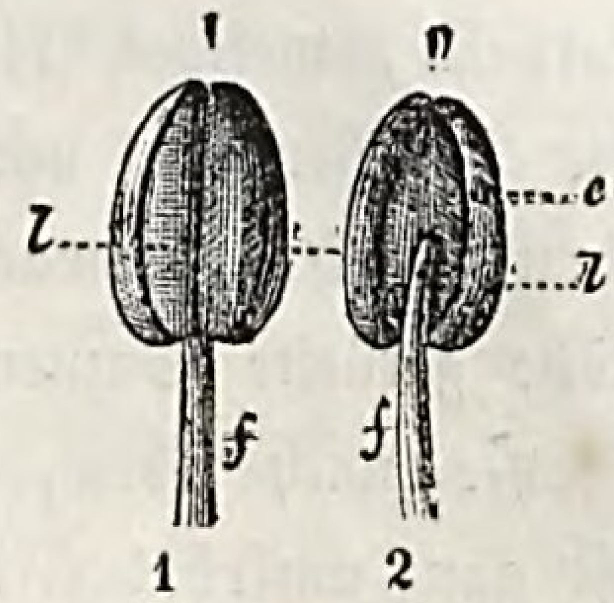


Fig. 793. Ein Staubfaden des Mandelbaumes, vergrößert.*

* 1 Innenseite; 2 Rückenseite; f Filament; ll Antherenfächer; c Connektiv.

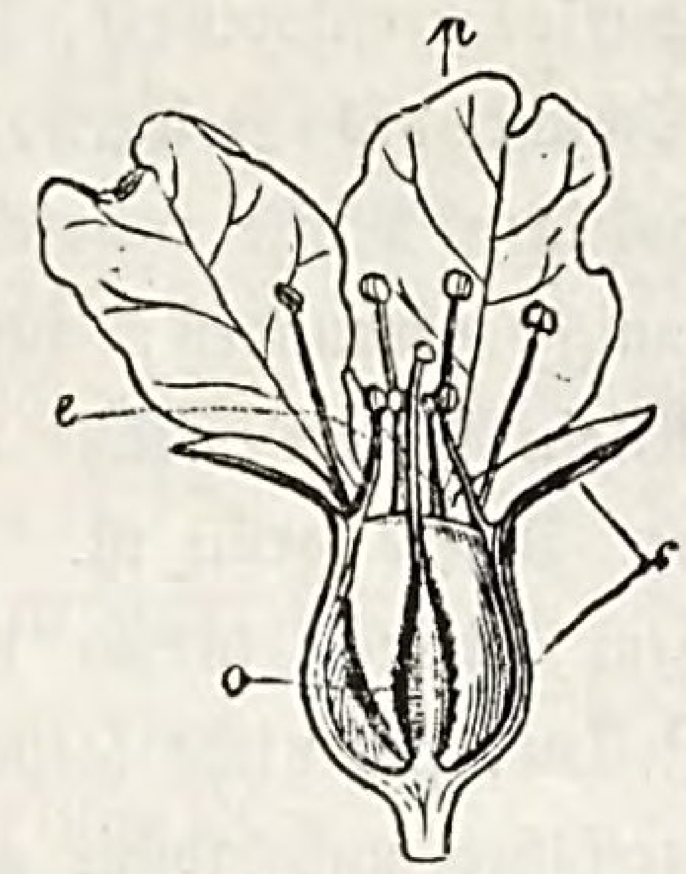


Fig. 794. Senkrechter Durchschnitt einer Blüthe des Mandelbaumes (Amygdalus communis). *

* o Fruchtknoten; c hypogynischer Kelch; p Kronenblätter; e Staubfäden, welche perigynisch erscheinen.

Samen, aus welchem jedoch nicht eine Nachkommenschaft entsteht, welche der Mutterpflanze in der Frucht völlig gleicht. Vielmehr muß jeder Stamm erst wieder veredelt werden, und dieses geschieht dadurch, daß man ein Axenorgan eines Edelstammes auf denselben überpflanzt. Es kann dieses mit einem ziemlich entwickelten Zweiglein (Edelreis) geschehen, aber auch mit einer bloßen Knospe (Edelauge). Ersteres geschieht durch die Pfropfung, letzteres durch die Oculation. Es zeigt sich bei letzterer recht augenscheinlich die Identität der Knospen mit Samen, und in der That sind gerade die Samen der Aepfel und Birnen mit ihrer lederartigen Samendecke, welche den Knospendecken der Winterknospen sehr vieler Bäume in hohem Grade ähneln, zu diesem Vergleiche ziemlich geeignet. Die Veredelung gelingt nur, wenn bei derselben Pflanzen der gleichen Art oder doch sehr nahe verwandter Geschlechter mit einander in Verbindung gebracht werden, indessen mit mancherlei seltsamen Ausnahmen. So kann man den Birnbaum nicht auf den Apfelbaum pfropfen, wohl aber auf den Quittenbaum und sogar auch auf den Weißdorn; auf den Quittenbaum lassen sich auch Mispeln und selbst Mandelzweige pfropfen; der Kirschbaum der nächst folgenden Familie nicht auf den ihm so nahe verwandten Pflaumenbaum, Aprikosenbaum und Pfirsichbaum; dagegen gelingt die Pfropfung des Aprikosen- und Pfirsichbaumes auf den Pflaumenbaum, ja selbst des Oelbaumes auf Eschen. Nicht allein bei Bäumen, auch bei Sträuchern, geschieht das Veredeln sehr häufig, z. B. bei Rosen; es gelingt dasselbe aber auch bei krautigen Gewächsen, z. B. die Pfropfung von Artischocken auf Disteln, von Melonen- auf Gurkenpflanzen.

Die Familie der Steinobstpflanzen (Amygdaleæ) besitzt perigynische Blüthen (Fig. 792), so sehr diese im übrigen mit denen der Pomaceen Aehnlichkeit haben. Die Kronenblätter und die höchst einfachen Staubfäden (Fig. 793) sind mit dem hypogynischen Kelche an ihrem unteren, nach innen Nektar aussondernden Theile verwachsen und scheinen daher erst da zu entspringen, wo sie sich von demselben losmachen (Fig. 794). Der Fruchtknoten besteht nur aus einem einzigen

Karpelle, welches die Blüthenaxe, an welcher es selber entsprungen ist, umfaßt. Die Blüthenaxe, mit der Vereinigung der Ränder des Karpells, der sogenannten **Bauchnaht**, verwachsen, trägt nach innen eine achselständige, aber etwas in die Höhe gerückte Samenknospe, selten deren zwei. Diese Samenknospe kehrt die Mikropyle nach oben, wenn gleich sie sich durch Verlängerung ihres Nabelstranges fast ganz umkehrt (Fig. 795). Nach der Befruchtung fallen zuerst die Kronenblätter und Staubfäden von dem Kelchrande ab; der Kelch löst sich sodann unten rings um die Blüthenaxe ringförmig los und wird vertrocknet nicht selten noch auf dem Stiele der reifen Frucht angetroffen. Der Fruchtknoten, auf dessen Gipfel der Griffel fast spurlos verschwindet, bildet sich zu einer Steinobstfrucht aus, indem sich die äußere Schicht des Zellgewebes zu einer fleischigen, die innere aber zu einer steinhart holzigen Masse entwickelt. Bei der unreifen Frucht ist das Fleisch mit dem Steine innigst verbunden, anfänglich kaum eine Verschiedenheit des Gewebes bemerkbar. Allein später erkennt man schon den härteren inneren weißlicheren Theil, während der äußere grün ist. Erst nahe vor der Reife löst sich das Fleisch allmählig von dem Steine, indem die Steinschicht, wegen völliger Ausfüllung ihrer verholzten Zellen, sich nicht mehr weiter entwickeln kann, während die Fleischschicht darin noch fortfährt und somit an Umfang ungleich mehr zunimmt. Durch theilweise Wiederauflösung der Zellen der Fleischschicht wird diese zart und saftig breiartig. Zugleich tritt die gelbe, rothe oder blaue Farbe ein, und Zucker bildet sich im Zellsafte anstatt der vorher vorherrschenden Säure. So entstehen die **Kirschen** (Prunus cerasus), die **Pflaumen** (Pr. domestica), die **Aprikosen** (Pr. armeniaca), die **Pfirsiche** (Amygdalus persica). Bei der Mandel bleibt das Fleisch hart und wird bei der Reife lederig trocken, so daß es in der Bauchnaht aufspringt und so zwei Leifen, wie bei den Walnüssen, darstellt. Innerhalb des Steines, an welchem die der Mittelrippe des Karpells entsprechende Rückennaht noch sehr wohl von der, dem Samenträger entsprechenden Bauchnaht unterscheidbar bleibt, findet sich der Samen, welcher ganz aus dem, nur von einer zarten weißen inneren und einer etwas härteren braunen Samenhaut umgebenen, Embryo besteht (Fig. 796). Der Embryo ist bei den Amygdaleen sehr reich an fettem Oele; bei der Mandel beträgt

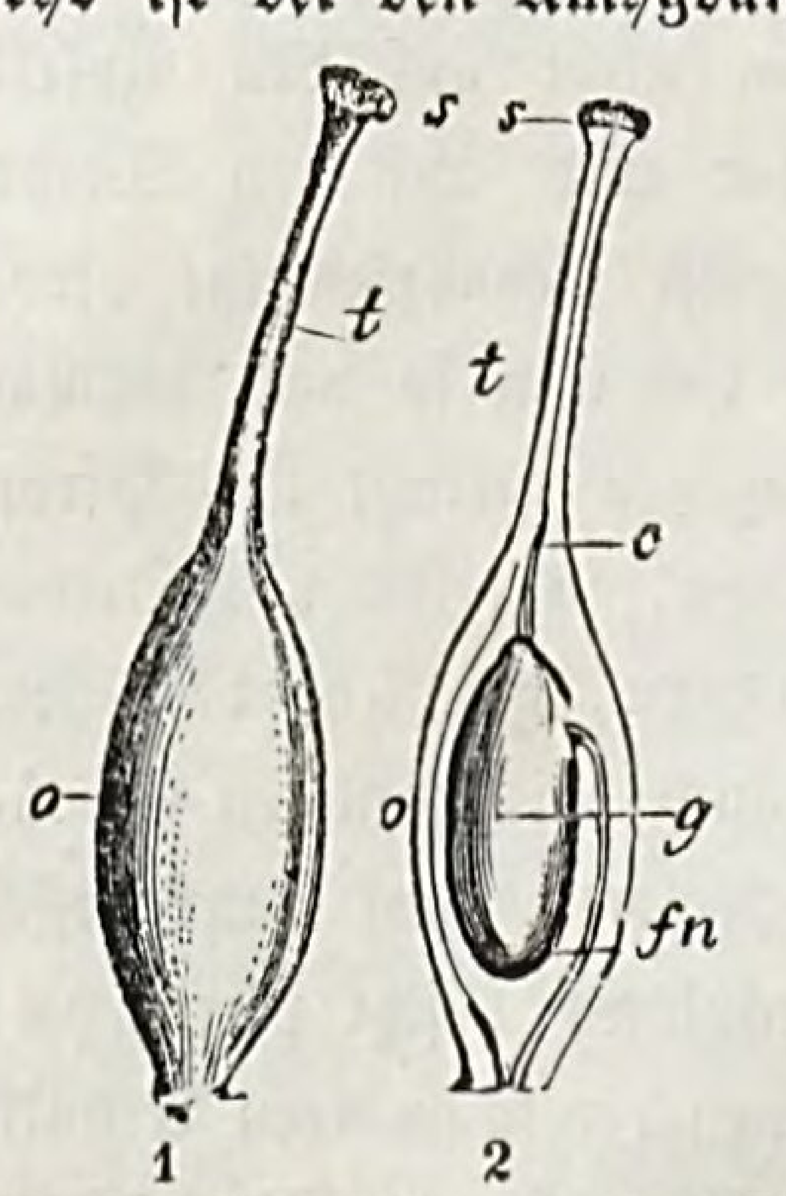


Fig. 795. Der Stempel der gemeinen Kirsche (Prunus cerasus), vergrößert. *

* 1 Der ganze Stempel; *o* Fruchtknoten; *t* Griffel; *s* Narbe. — 2 Derselbe, senkrecht durchschnitten; *o* Fruchtknoten; *c* Griffelkanal; *t* Griffel; *s* Narbe; *g* Samenknospe; *fn* Knospengrund.

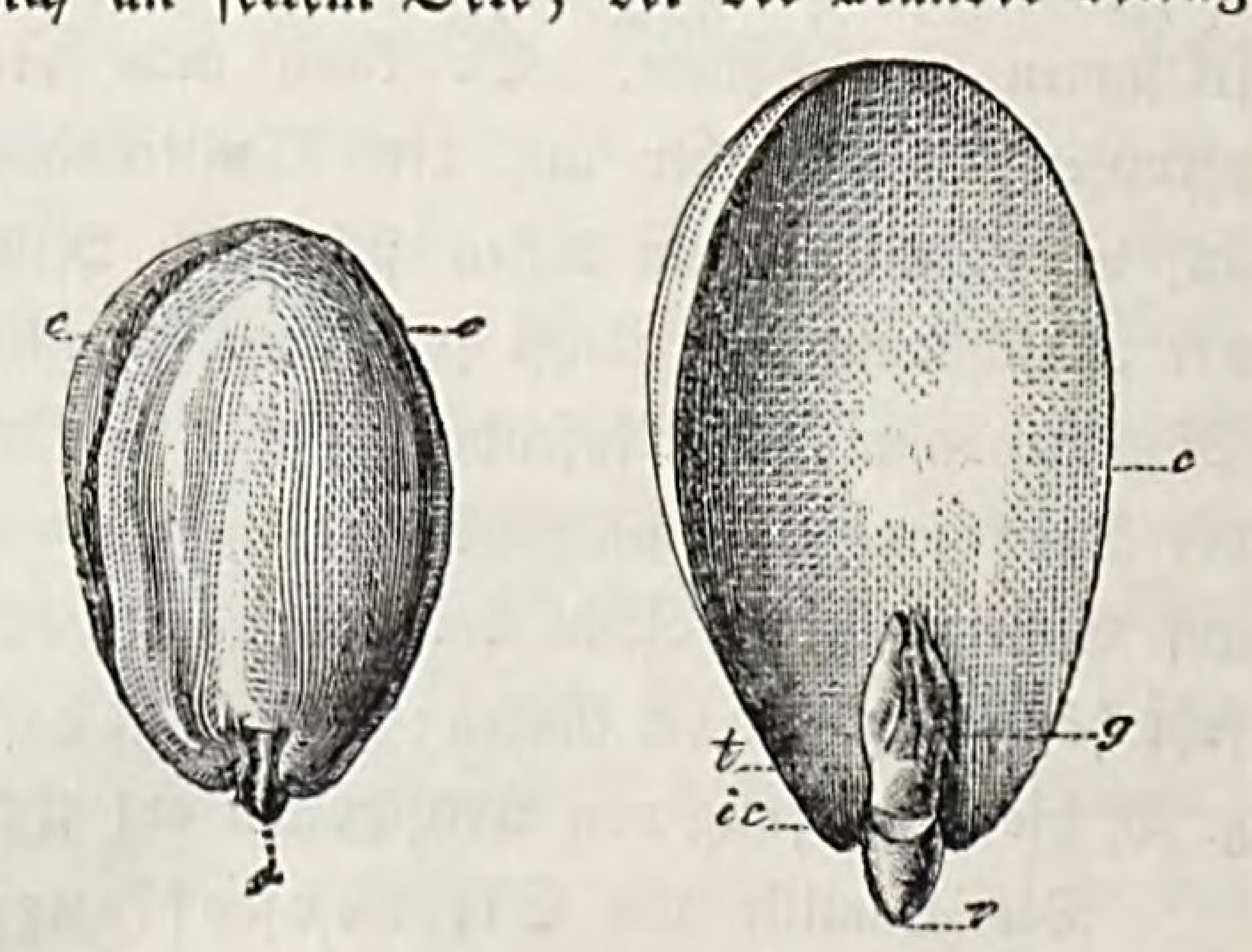


Fig. 796. Der Embryo des Mandelbaumes, von den Mandelhäuten befreit. *

* **A** Der Embryo, etwas vergrößert; *cc* Cotyledonen; *r* Axenorgan. — **B** Derselbe Embryo, etwas stärker vergrößert, nach Hinwegnahme des vorderen Cotyledon; *r* Wurzelende des Axenorganes; *ic* Narbe von dem weggenommenen Samenlappen; *t* Stammende des Axenorganes; *g* Keimungsknöspchen; *c* der stehen gebliebene Cotyledon.

dieses sogar 46 % seines Gewichtes. Außerdem enthalten die meisten, wahrscheinlich alle, Steinobstembryonen, eine eigenthümliche Substanz, welche man Mandelstoff oder Amygdalin ($= NC^{40} H^{27} O^{22} + 6 HO$) nennt, und welche man mittelst Alkohol aus denselben ausziehen kann. Ebenso enthalten diese Embryonen eine schwefelsaftige Substanz, das Emulsin, auch Mandelhefe genannt ($= 10 [NC^9 H^9 O^6] + S$), welche sich aus zerriebenen Mandeln dem Wasser mittheilt und dieses milchig trübt (Mandelmilch). Durch eine noch unbekannte Einwirkung des Emulsins erleidet das Amygdalin sehr schnell eine Art Gährung, in Folge deren sich aus demselben unter Hinzutritt von 4 Verhältnißmengen Wassers Zucker, Bittermandelöl und Blausäure bilden:

1 Verhältnißmenge Amygdalin	=	$NC^{40} H^{27} O^{22}$ nebst
4 Verhältnißmengen Wassers	=	— — H^4 O^4 bilden sich
2 Verhältnißmengen Zuckers ($C^{12} H^{12} O^{12}$)	=	— $C^{24} H^{24} O^{24}$
1 Verhältnißmenge Bittermandelöl	=	— $C^{14} H^6 O^2$ und
1 Verhältnißmenge Blausäure	=	NC^2 H
		$NC^{40} H^{31} O^{26}$

Die Blausäure besteht aus Blaustoff oder Cyan ($Cy = NC^2$) und Wasserstoff (H), und hat ihren Namen von der Eigenschaft des Cyans, mit Eisen eine blaue Substanz zu bilden, das allbekannte Berlinerblau oder Eisencyanürcyanid ($3 Fe Cy + 2 Fe^2 Cy^3$). Es ist diese Säure merkwürdig als die einzige Pflanzensäure, welche keinen Sauerstoff enthält, besonders aber als das furchtbarste aller Gifte für alle warmblütigen Thiere. Eine unbedeutende Menge derselben ruft augenblicklich den Tod hervor. Die Gährung des Amygdalins und somit die Bildung von Blausäure und Bittermandelöl erfolgt aber theilweise schon in den Samen, und besonders haben die bitteren Mandeln, sowie häufig die Pflaumen-, Aprikosen- und Pfirsichkerne daher ihren bittern Geschmack und können durch den Genuß sehr leicht tödtlich werden.

Die Pflaumen erscheinen sehr häufig bereift durch einen feinen Ueberzug von Wachs, welches sie aussondern; seltener dringt aus ihrer Haut Gummi hervor; dagegen in der Rinde des Stammes und der Zweige aller Amygdaleen ist Gummi ($C^6 H^5 O^5$), vermengt mit schleimiger Substanz, in großer Menge enthalten und fließt oft sehr reichlich hervor.

Auch bei den Steinobstpflanzen finden in der Beschaffenheit der Früchte, sowie im Wuchse ähnliche Unterschiede zwischen den wilden und den cultivirten Sorten statt, wie bei den Kernobstpflanzen. Die in Deutschland ursprünglich einheimische Pflaumengattung heißt gemeiniglich Schlehdornstrauch, denn sie bleibt stets ein krüppeliger Strauch, dessen Zweige vielfach zu Dornen verkümmern (Fig. 797). Ob der cultivirte Kirschenbaum und Pflaumenbaum von ursprünglich deutschen Stammsorten herrühren, oder ob dieselben, wie man vielfach behauptet hat, aus dem südlichen Asien nach Europa eingeführt worden sind, ist nicht mehr zu entscheiden. Von dem Aprikosenbaume und Pfirsichbaume ist dieses zuverlässiger.

Die Familie der Goldpflaumen (Chrysobalaneæ) enthält nur tropische amerikanische und afrikanische Gewächse, deren Fruchtknoten mit rückenständigem Griffel die Form der Fruchtknoten der Erdbeerpflanze im Großen nachahmt (Fig. 798). Die Früchte derselben vertreten dort zum Theil unsere Obstsorten, so z. B. die von Guinea



Fig. 797. Ein Zweig des Schlehdornstrauches (Prunus spinosa), welcher in einen Dorn ausläuft.

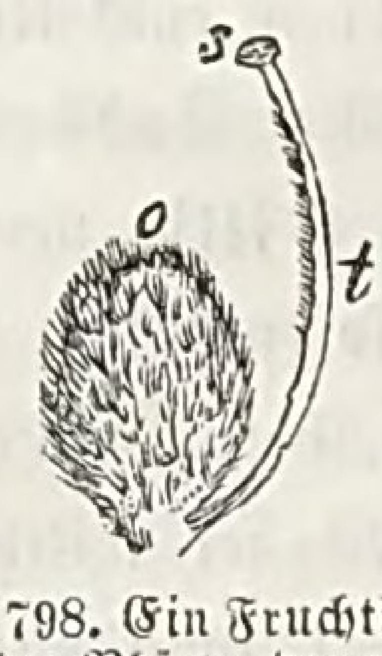


Fig. 798. Ein Fruchtknoten aus der Blüthe der antillischen Ikakopflaume (Chrysobalanus icaco). *

* o Fruchtknoten; t Griffel, am Grunde des Fruchtknotens auf dessen Rückenseite stehend; s Narbe.



Fig. 799. Ein Zweig des Akienbaumes (Blighia sapida), mit Blatt und Blüthenstand, nebst reifen Früchten.

nach Westindien verpflanzte süße Akie (Fig. 799), deren pflaumenähnliche Frucht größer ist, als ein Hühnerei.

Sechsundzwanzigste Ordnung.

Die Hülsenfrüchtler. Leguminosæ.

Die im gewöhnlichen Leben sogenannten Hülsenfrüchte, Erbsen und Bohnen, sind geeignet, um uns eine Vorstellung von den wesentlichen Merkmalen (Fig. 800 und 801) der Ordnung zu geben, welche man eben nach diesen Mitgliedern die der Hülsenfrüchtler oder Leguminosen benannt hat. Es werden in dieser Ordnung zusammengestellt die Familie der Schmetterlingsblüthler (Papilionaceæ), die der Cäsalpinieen (Cæsalpinieæ) und die der Mimoseen (Mimoseæ.) — Letztere beide



Fig. 800. Die Hülse der gemeinen Erbsenpflanze (Pisum sativum), geöffnet. *

* vv Klappen; p äußere, etwas fleischige Schicht der Klappenwandung; p' innere, lederig hautige Schicht, bei der andern Klappe sichtbar; sd die Rückennaht; sv die Bauchnaht der Hülse; g Samen; f Nabelstränge, welche die Samen tragen.



Fig. 801. Ein Zweig des australischen Kastanienbohnenbaumes (Castanospermum australe), mit Blüthenständen, nebst einem Blatte, einer aufgesprungenen Hülsenfrucht und einer „Kastanienbohne“.

Fig. 802. Sternförmig ausgezogene Zellen des gelockerten Markes der Ackerbohne (Vicia faba), vergrößert. *

* ll Intercellularräume.

Familien sind Europa fast gänzlich fremd. Dagegen die der Papilionaceen enthält die Erbsen und Bohnen selbst, nebst äußerst zahlreichen anderen einheimischen wilden, sowie Cultur- und Ziergewächsen. Dieselben sind im nördlichen Theile der gemäßigten Zone nur einjährige Kräuter oder geringe Sträucher, mit meistens ganz niederliegenden Zweigen; erstere als Lianen, theils rankend, theils windend kletternd, oder auch als kräftige Stauden mit vorwaltender Entwicklung der peripherischen Theile des Stengels, und daher sehr gelockertem Marke (Fig. 802). In dem wärmeren Theile der gemäßigten Zone treten schon zahlreiche hochwüchsige Sträucher und mittelhohe Bäume aus dieser Familie auf, und in der heißen Zone sind solche, neben ausgezeichneten Lianen, vorzugsweise anzutreffen. Viele solche sind bei uns als Zierpflanzen eingeführt, wie die Robinien oder unächten Akazien (Robinia), der Goldregen oder Bohnenbaum (Cytisus, Fig. 803), der Blasenbaum (Colutea) u. s. w. Alle Papilionaceen, aber auch die Cäsalpinieen und Mimoseen, besitzen einzeln stehende und durch regelmäßige Internodien getrennte Blätter, deren Bildung als die höchste Vollendung der Blätter im Pflanzenreiche gelten darf (Fig. 804 und 805). Die Hauptblattrippe ist stielartig, an ihrem unteren Theile angeschwollen und abgegliedert; dabei stehen zu beiden Seiten neben dem Abgliederungspunkte Nebenblätter, welche mitunter, z. B. bei der gemeinen Erbsenpflanze, an Größe die eigentlichen Blätter fast übertreffen. Die Nebenblättchen entwickeln sich häufig früher, als das eigentliche Blatt und bleiben mitunter lange am Stengel stehen, nachdem das abgegliederte Blatt schon wieder abgefallen ist, so daß der Stengel durch die Nebenblättchen schuppig erscheint. Nicht selten ist es, daß die Nebenblätter am Stengel sich sehr lang hinabziehen, indem sie nur als eine Saumleiste, als sogenannter „Flügelsaum“ an den Seiten desselben hervorragen. Bald sind diese Säume ziemlich breit, wie bei manchen unserer Wickenarten (Vicia), bald dagegen so schmal, daß der Stengel nur kantig durch dieselben



Fig. 803. Eine Blüthentraube des Goldregens (Cytisus laburnum).

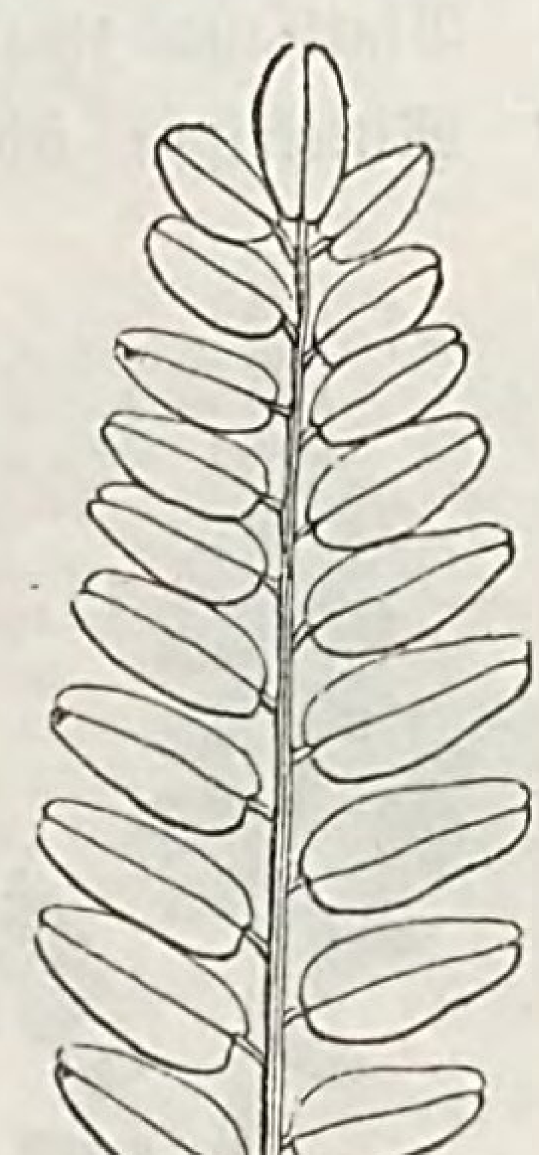


Fig. 804. Ein zusammengesetztes Blatt der unächten Akazie (Robinia pseudoacacia), mit kleinen Nebenblättchen am Grunde des Blattstieles.

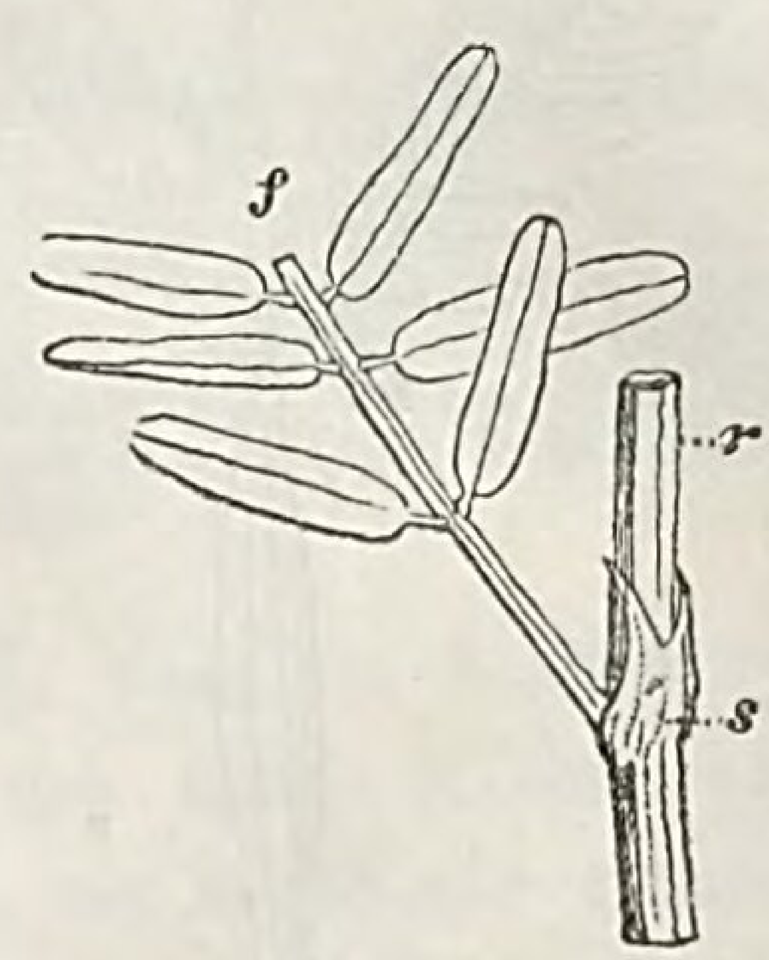


Fig. 805. Ein Stück eines Blattes des langfahnigen Stragelstrauches (Astragalus onobrychis). *

* f Unterer Theil des zusammengesetzten Blattes mit drei Paaren von Blättchen; s die beiden Nebenblätter am Grunde des Blattstieles, welche den Zweig r umfassen und auf der entgegengesetzten Seite desselben zusammengewachsen sind.

*

erscheint, wie beim Besenpfriemstrauche. Zu beiden Seiten der stielartigen Hauptblattrippe stehen kleine gestielte Blättchen paarweise einander gegenüber, sowie meistens auch am Ende ein solches unpaariges steht. Die Zahl der Paare wechselt bei den verschiedenen Gattungen von eins, wie beim Klee und beim Goldregen, wo daher mit dem unpaarigen Endblatte im Ganzen drei Blättchen vorhanden sind, bis über zehn; mitunter sind die Paare unregelmäßig gestellt. Beim Besenpfriemstrauche ist der Hauptblattstiel so kurz, daß das endständige Blättchen kaum noch gestielt erscheint und höchstens noch zwei ganz kleine Seitenblättchen neben diesem entwickelt sind (Fig. 806). Die Stiele dieser Blättchen sind an dem Hauptstiele, der Mittelrippe des zusammengesetzten Blattes, ebenfalls häufig ein wenig angeschwollen und abgegliedert, so daß sie im Herbste mitunter sogar einzeln von demselben abfallen. Die Blätter der Mimoseen zeigen mitunter eine doppelte Zusammensetzung, indem an der Hauptblattrippe Paare von zusammengesetzten Blättchen stehen (Fig. 805, bis). Bei den neuholländischen Gattungen des Akaziengeschlechtes stehen diese wunderlichen Blätter noch obendrein senkrecht, anstatt horizontal. Sehr häufig ist es, daß bei den Blättern der Papilionaceen oder einzelnen Theilen derselben das Parenchym der Blattspreite unentwickelt bleibt, dafür aber die Mittelrippe sich zu einer langen Ranke gestaltet. Bald ist es nur das endständige Blättchen, welches diese Umwandlung erfährt, und es läuft somit dann die Hauptblattrippe, während sie an ihrem unteren Theile mitunter ganz regelmäßig ausgebildete Seitenblättchen trägt, in eine endständige Ranke aus. In anderen Fällen verkümmern auch die Seitenblättchen ebenso, und es entsteht dadurch eine Ranke mit paarig stehenden, meistens aber nur theilweise entwickelten Seitenranken. In wieder andern Fällen nimmt das eigentliche Blatt seine ganz regelmäßige Form an, während dagegen die Nebenblättchen sich in Ranken verwandeln. Gar nicht selten ist es auch, daß ein Blattsaum zwar vorhanden ist, dennoch aber die Mittelrippe über denselben hinaus sich zu einer



Fig. 805 bis. Doppelt zusammengesetztes Blatt der neuholländischen, fächerig beblätterten Akazie (**Acacia heterophylla**). *

* *p* Blattstiel, zu einer senkrechten Fläche ausgebreitet; *l* zusammengesetzte Seitenblätter, deren jedes elf Paare von Nebenblättchen besitzt.



Fig. 806. Ein Zweig des Besenpfriemstrauches (**Spartium scoparium**) mit Blüthen, scheinbar einfachen Blättchen und kantigen Stengeln.



Fig. 807.
Ein „zusammengesetztes" Blatt eines Traganthstrauches (**Astragalus massiliensis**), dessen Hauptblattrippe in einen Dorn *r* ausläuft, während zu beiden Seiten neue Paare von Seitenblättchen *f*, und am Grunde die Nebenblättchen *s* regelmäßig entwickelt sind.

Ranke verlängert. Bleibt die Ranke kurz und nimmt dieselbe dagegen eine größere Festigkeit an, so bildet sie einen stechenden Dorn. Bald ist es die Hauptblattrippe, welche auf diese Weise in einen Dorn ausläuft, wobei alle Seitenblättchen regelmäßig entwickelt sein können (Fig. 807), oder auch gänzlich fehlen. Bald dagegen sind es die Nebenblätter, welche in Dornen umgewandelt sind, wie bei der sogenannten Akazie unserer Anlagen (Fig. 808). Häufiger noch ist es, daß auch bei dieser Familie Dornen durch Verkümmerung von Zweigen entstehen, wie bei dem Schlehdornstrauche in der Familie der Steinobstgewächse (Seite 1058). Bald sind es nur einzelne Zweige, welche diese Umbildung erleiden, bald dagegen die meisten, wie bei unserem Stechginster (Genista germanica), und dabei ist die wahre Natur dieser Dornen oft äußerlich durch nichts verrathen, wie z. B. bei den Gleditschien (Gleditschia triacanthos) aus Nordamerika, welche man gegenwärtig in Europa oft als Alleebaum anpflanzt, und deren Dornen sogar verästelt sind. Die Stellung dieser Dornen in den Achseln von Blättern, deren Narben man wenigstens deutlich unter ihnen bemerkt, eben so sehr aber die innere Anordnung der Gewebe, läßt uns über die Bedeutung derselben gleichwohl keinen Zweifel.

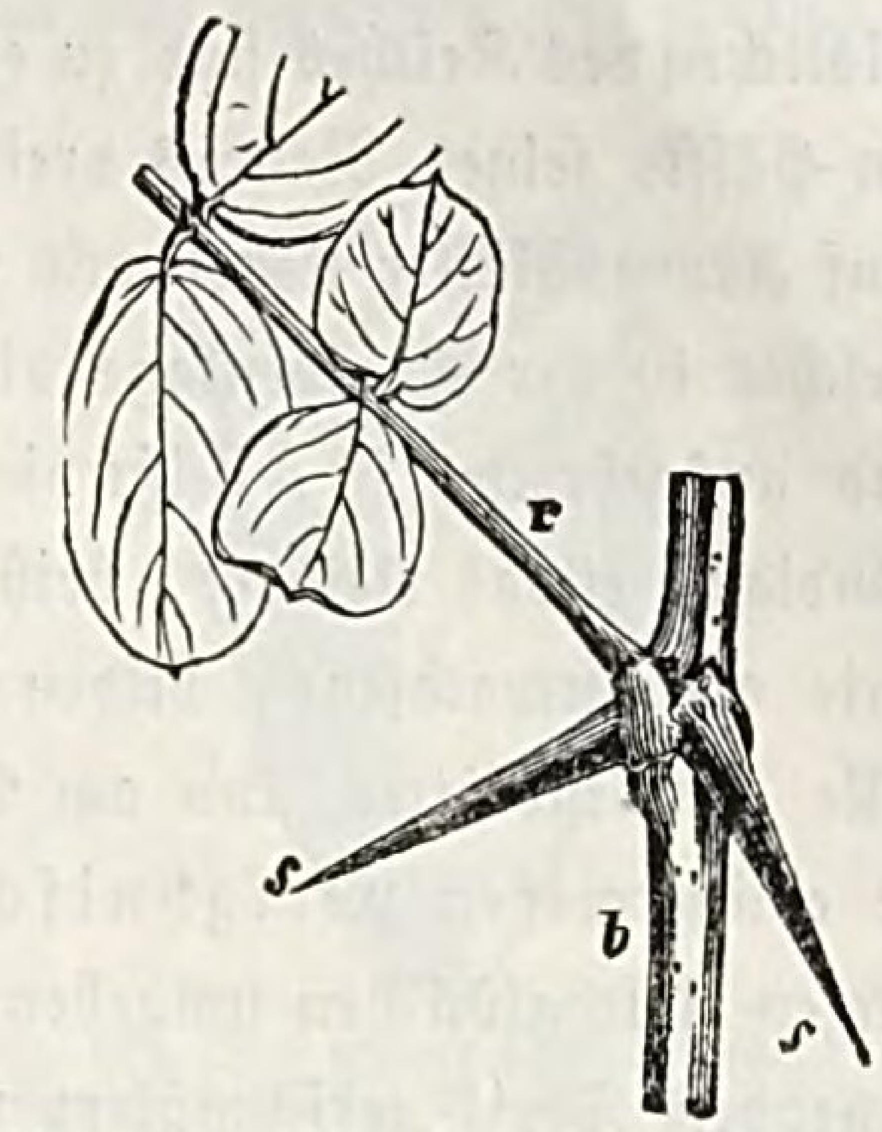


Fig. 808. Ein Zweigabschnitt *b* der sogenannten Akazie (Robinia pseudoacacia), mit dem unteren Theile eines zusammengesetzten Blattes *r*, dessen Hauptrippe am stielartigen unteren Ende die angeschwollene Gliederung zeigt, und dessen Nebenblätter in Dornen *ss* umgewandelt sind.

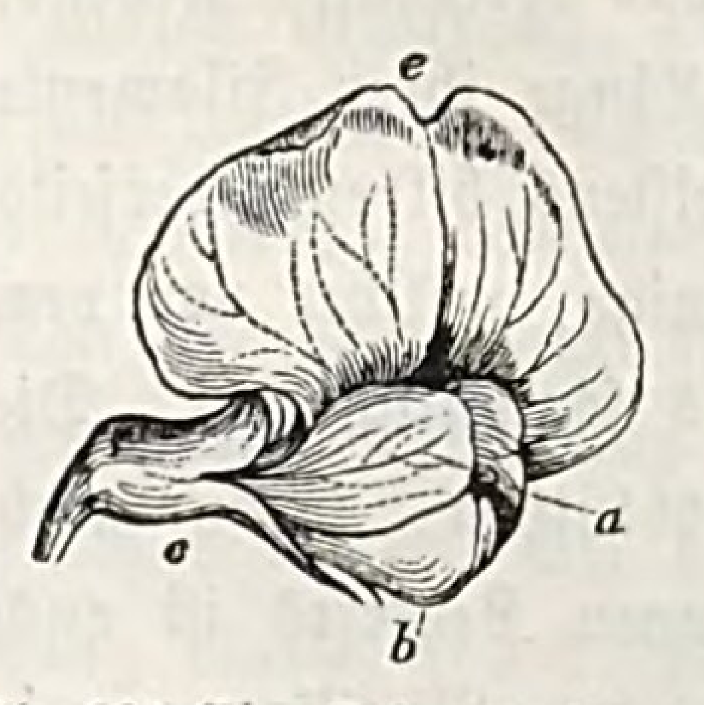


Fig. 809. Eine Schmetterlingsblüthe der duftenden Blattwicke (Lathyrus odoratus).*

* *c* Kelch; *e* Fahne; *a* Flügel; *b* Schiffchen.



Fig 810. Diagramm einer Schmetterlingsblüthe. Zwei obere und drei untere Kelchspitzen; ein oberes großes Kronenblatt, die Fahne; zwei seitliche kleinere Kronenblätter, die Flügel; zwei noch kleinere untere Kronenblätter, den Kiel bildend; ein Kreis von neun vereinigten Staubfäden und einem oberen freien Staubfaden; ein Fruchtknoten mit bauchnahtständigem Samenträger.

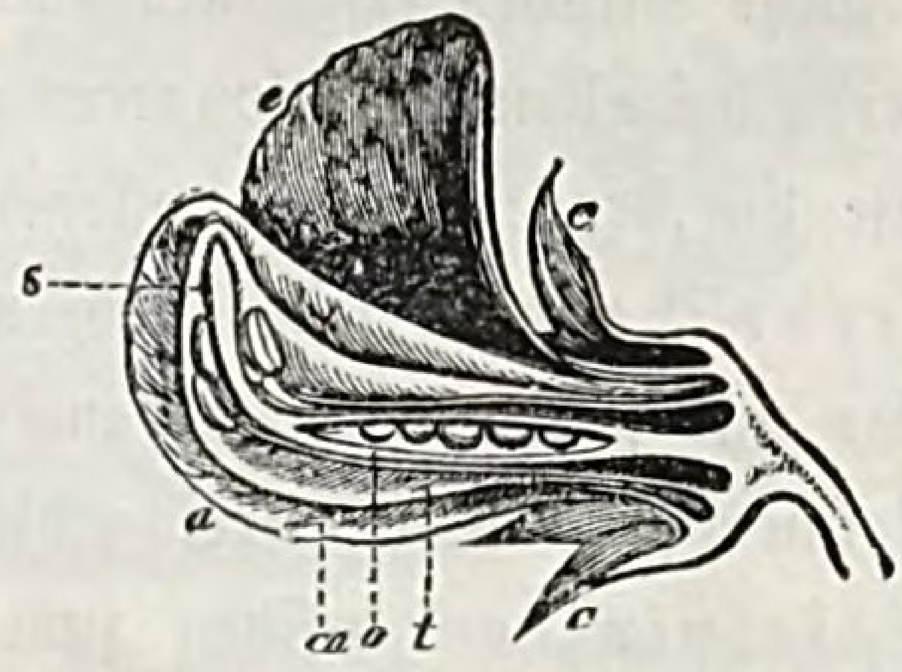


Fig. 811. Die Schmetterlingsblüthe der duftenden Blattwicke senkrecht durchschnitten. *

* *cc* Kelch; *e* Fahne; *a* Flügel; *ca* Kiel; *t* Filamente in eine Rinne verwachsen; *o* Fruchtknoten, in welchem die Samenknospen an den bauchnahtständigen Samenträger befestigt sind; *s* Griffel.

Die Blüthen sind es, welche durch ihre eigenthümliche Form der Familie der Schmetterlingsblüthler den Namen gegeben haben und welche dieselben zur Zierde der Wälder und Felder, zum Schmuck der Gärten und Treibhäuser machen. Diese Blüthen (Fig. 809 — 811) stehen auf einem Stielchen, welches an seinem Ende sich knieförmig neigt, so daß die Blüthe dadurch von der Hauptaxe des Blüthenstandes abgewandt wird. Wie bei den Lippenblüthlern ist mit dieser Stellung eine sehr unregelmäßige Ausbildung der einzelnen Theile der Quirle von Blüthenorganen verbunden. Man kann an diesen Blüthen ein Oben und Unten unterscheiden; sie sind durch eine Linie in zwei Seitenhälften zu theilen, welche vollkommen symmetrisch erscheinen. Die Grundzahl der Blüthenorgane ist die Fünfzahl. Die fünf

Blättchen des Kelches sind zu einem Glöckchen zusammengewachsen, welches an der unteren Hälfte seines Randes drei Spitzen zeigt, an der oberen zwei etwas längere. Die fünf Kronenblätter stehen mit den Kelchblättchen abwechselnd; ein oberes, sehr großes, welches in der Knospenlage die andern umfaßt, in der Blüthezeit aufwärts geschlagen und ausgebreitet ist, heißt die Fahne oder der Wimpel (vexillum); zwei seitenständige, etwas kleinere, heißen die Flügel (alæ), und zwei untere, in der Mittellinie oft verwachsene, bilden zusammen das Schiffchen oder den Kiel (carina). Alle Kronenblätter sind am Grunde ein wenig mit dem Kelche verwachsen, so daß sie einigermaßen perigynisch stehen. Derjenige Theil derselben, welcher von dem kurzen Kelchglöckchen umgeben ist, pflegt auffallend gegen den ausgebreiteten hervorragenden Theil verschmälert zu sein; man nennt ihn, wie bei den Nelkenblüthlern, den Nagel (Fig. 812). Die Blüthen einzelner Gattungen, welche ihrer übrigen Organisation nach durchaus zu derselben Familie gestellt werden müssen, weichen insofern von der allgemeinen Form der Schmetterlingsblüthen ab, als sie im Kronenquirle unvollständig sind, wie z. B. die des Unformstrauches (Amorpha fruticosa), welcher aus Nordamerika in unsere Gärten verpflanzt ist, und dessen Blüthen nur ein einziges Kronenblatt, die Fahne, besitzen. Ausnahmsweise und besonders in Folge der Cultur, nehmen einzelne Schmetterlingsblüthen auch wohl eine völlig regelmäßige Form an, indem die Flügel- und Kielblätter dem Fahnenblatte ähnlich werden. Solche Blüthen erscheinen dann als Mißformen oder Pelorien. Die Staubfäden, deren bei allen Papilionaceen zweimal fünf vorhanden sind, etwas perigynisch stehend, wie die Kronenblätter, pflegen nach dem größten Theile der Länge ihrer Filamente verbrüdert zu sein, doch nicht alle sämmtlich, sondern meistens bilden jederseits vier mit dem unteren zusammen eine Rinne, während derjenige, welcher vor dem Fahnenblatte steht, frei geblieben ist. Die Antheren sind stets sämmtlich frei. Die Cäsalpinieen besitzen zum Theil ebenfalls Schmetterlingsblüthen, wenn auch minder ausgezeichnete, zum Theil dagegen ganz regelmäßige Kronen. Letzteres ist auch bei den Mimoseen der Fall. — Der Fruchtknoten liegt bei den Papilionaceen in der Rinne der Filamente. Derselbe ist aus zweien Nebenblättern eines Karpells gebildet, zwischen deren nach unten gewandter Rückennaht die Blattrippe die Verbindung bildet und endlich in einen geringen, vorn übergebogenen Griffel ausläuft, welcher die Narbenlinie auf seiner, der oberen Blattfläche entsprechenden, aufwärts gerichteten Seite trägt. Der Samenträger ist die Fortsetzung der Blüthenaxe und mit den, die Bauchnaht des Fruchtknotens bildenden Rändern der ihn umfassenden Karpellarnebenblätter verwachsen. Mitunter steht er so ganz am inneren Rande des plattgedrückt zweiseitigen Fruchtknotens, in anderen Fällen dagegen mehr in der Mitte desselben, wobei dann die Ränder der Karpellarnebenblätter ein wenig einwärts gebogen sind, so daß die Bauchnaht in einer Rinne liegt. Am Samenträger stehen die Samenknospen abwechselnd, scheinbar aber in einer einzigen Längsreihe (Fig. 813). Beim Klee (Trifolium) bildet sich nur eine einzige Samenknospe zum Samen aus, doch sind auch hier ursprünglich deren mehrere vorhanden. Die Samenknospen sind stets umgekehrt, so daß die Mikropyle neben dem Nabel liegt. Die

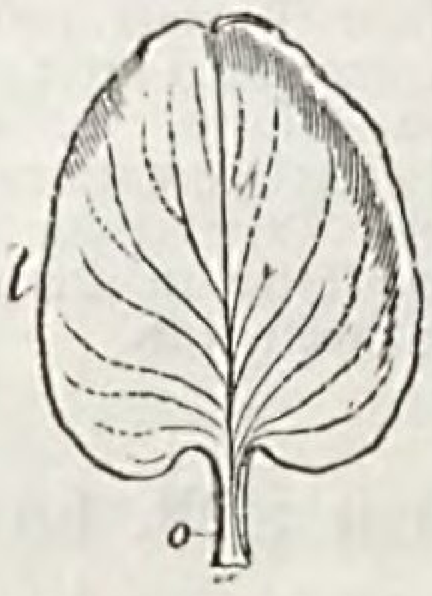


Fig. 812. Die Fahne aus der Blüthe einer Ginsterpflanze (Genista candicans). *

* l Saum oder Blattspreite; o Nagel.

Bildung des Fruchtknotens verhält sich bei den beiden anderen Familien der Hülsenfrüchtler ebenso.

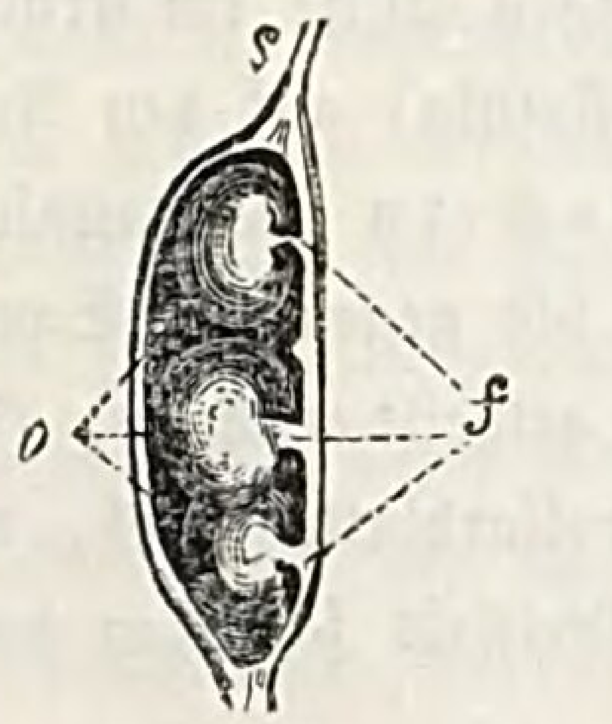


Fig. 813.
Der Fruchtknoten des rundblätterigen Hauhechelstrauches (Ononis rotundifolia), senkrecht durchschnitten, vergrößert. *

* *o* Drei Samenknospen, deren Nabelstränge *f* entspringen aus dem mit der Bauchnaht des Fruchtknotens verwachsenen Samenträger, welcher die Fortsetzung der Blüthenaxe ist; *s* der Griffel, die Fortsetzung der mit der Rückennaht verwachsenen Blattrippe.

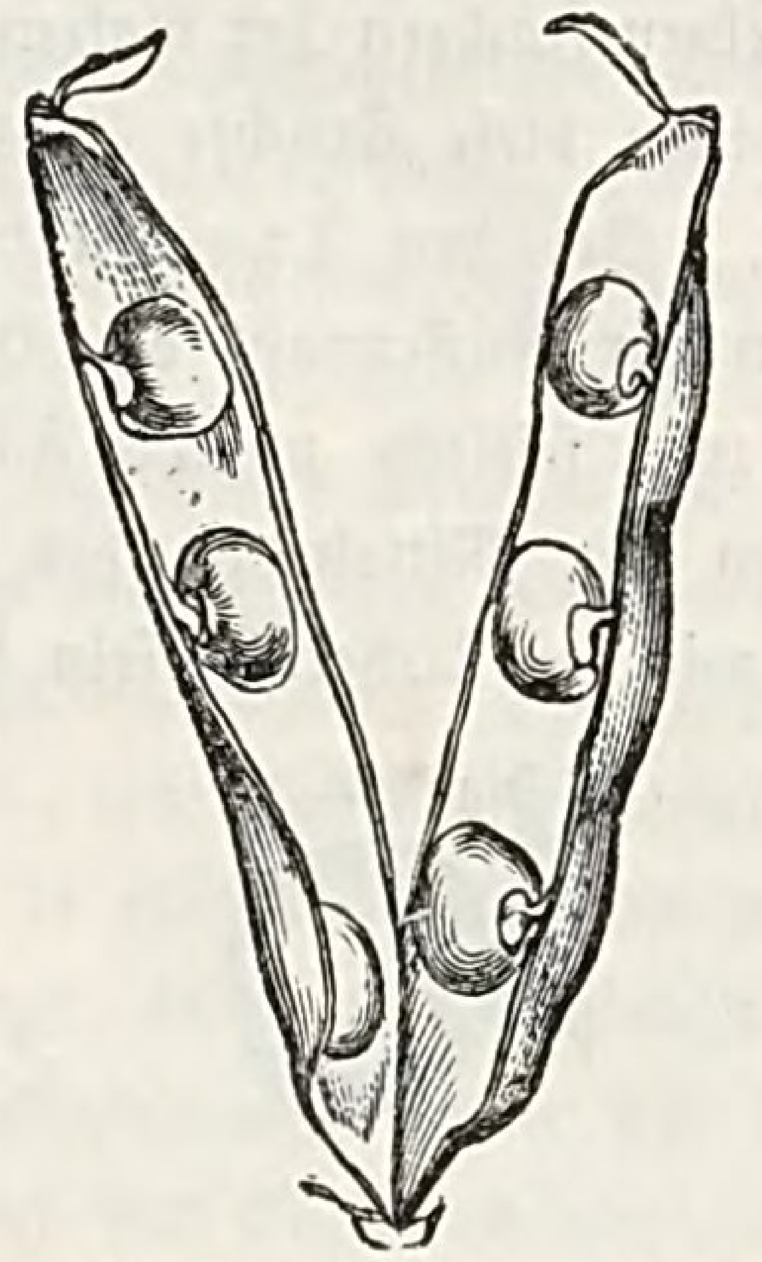


Fig. 814. Die Hülse der duftenden Platterbse (Lathyrus odoratus), aufgesprungen. Man bemerkt unten an den beiden Klappen noch den Kelch, oben die Ueberreste des Griffels.

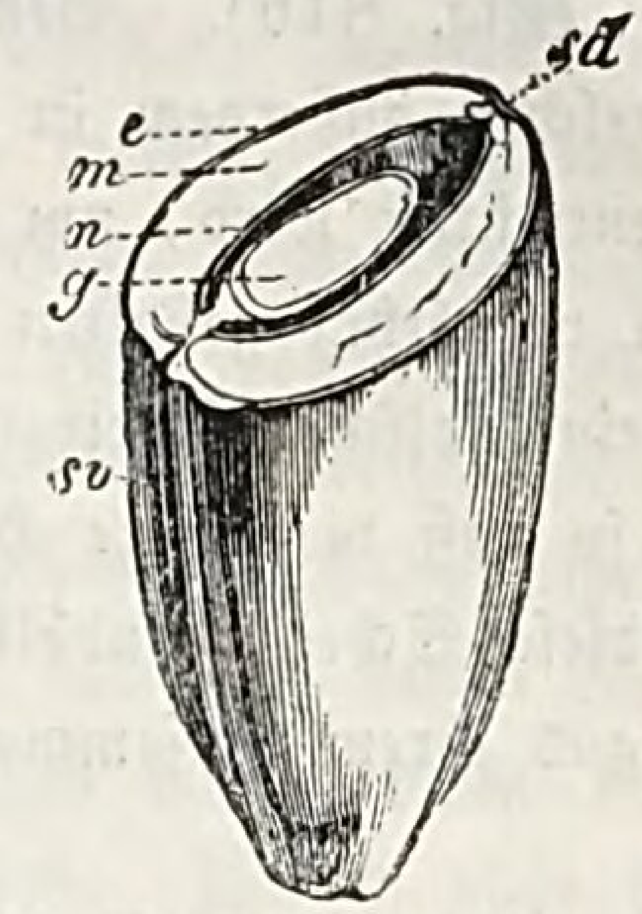


Fig. 815. Der untere Theil der Hülsenfrucht der „großen Bohne“ oder Feldbohne (Vicia faba), oben horizontal abgeschnitten. *

* *sd* Rückennaht, wo man den Durchschnitt der Mittelrippe des Karpellarblattes bemerkt; *sv* Bauchnaht, innerhalb deren der Durchschnitt des Samenträgers bemerkbar ist; *e* Oberhaut; *m* das fleischige mittlere Gewebe der Fruchtwandung; *n* innere zarte Hautschicht, durch die Zusammentrocknung des inneren lockeren Füllgewebes entstanden; *g* Samen.

Die Frucht aller Hülsenfrüchtler ist stets eine Hülsenfrucht (legumen). Die beiden Karpellarnebenblätter sind meistens ausgezeichnet blattartig, besonders bei den Erbsen, Bohnen und Wicken, und noch mehr bei dem Blasenschotenbaum (Colutea arborea), wo sie, ganz mit Luft erfüllt, wenn sie in halbreifem Zustande gedrückt werden, mit einem Knalle aufplatzen. Man erkennt in ihnen die beiden Nebenblätter sehr leicht, wenn man sie in der Naht von einander trennt. Bei der Reife springen die völlig blattartig harthautig gewordenen Hülsen in der Bauchnaht auf, wobei der Samenträger so zerreißt, daß ein Theil der Samen an der einen, ein Theil an der anderen Klappe stehen bleibt. Man sieht nun deutlich die ursprüngliche abwechselnde Stellung der Samenknospen (Fig. 814). Bei den meisten Gattungen erfüllen die Samen den Raum der reifen Hülse nur zum Theil; bei anderen bildet sich von der inneren Fläche der Fruchtwandung aus ein lockeres Zellgewebe, welches den inneren Raum gänzlich erfüllt, und in welchem daher die Samen eingebettet liegen (Fig. 815). Dieses Füllgewebe trocknet bei unseren Bohnen nahe vor der völligen Reife zu einer dünnen Haut zusammen. Bei den Tamarinden Indiens (Fig. 815 bis) wird es zu einem saftigen Fruchtbrei, trocknet indessen zuletzt auch völlig aus. — Bei anderen Gattungen wird das Füllgewebe fester und erfüllt die Zwischenräume zwischen den einzelnen Samen so völlig, daß es eine Art „falscher Scheidewände“ innerhalb der Hülse darstellt, welche letztere in Folge dessen gar nicht aufspringen kann, sondern endlich je über diesen Scheide-

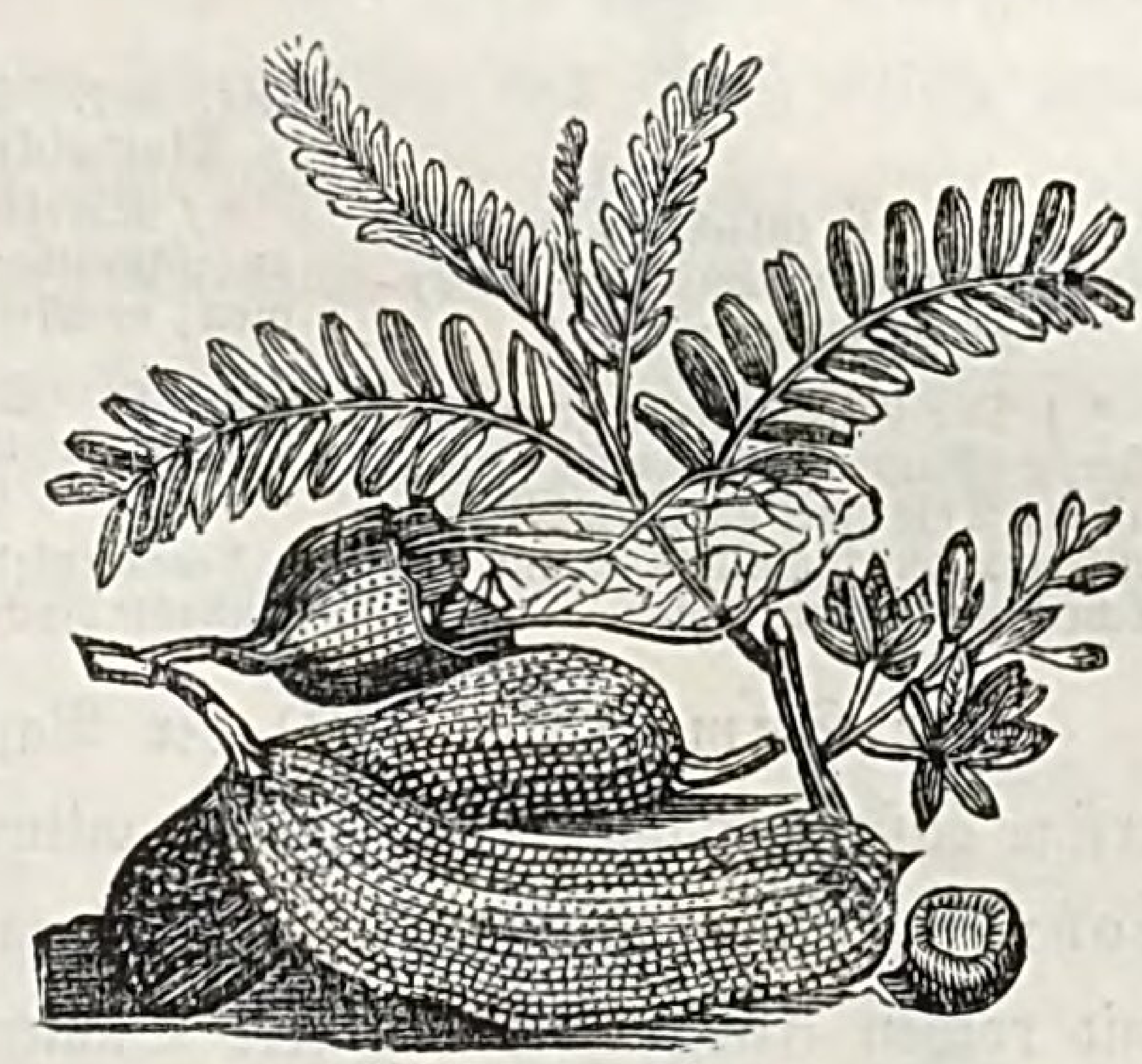
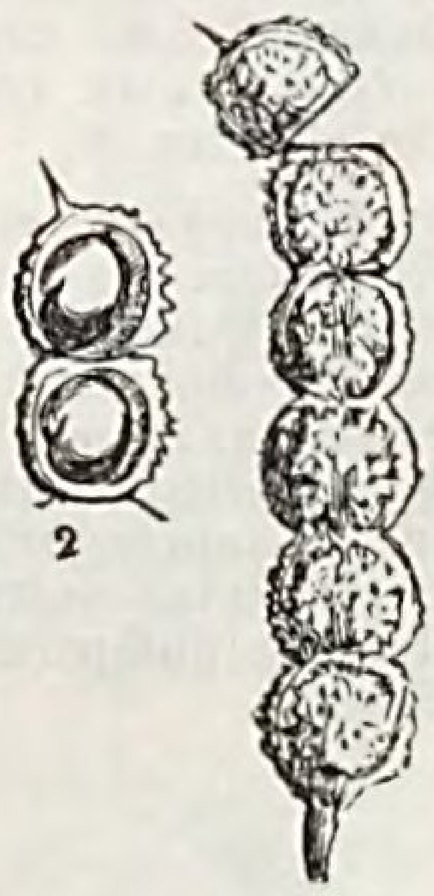


Fig. 815 bis. Ein Zweig des indischen Tamarindenbaumes (Tamarindus indica), mit Blättern und Blüthenstand; daneben reife Tamarindenfrüchte, 1/3 d. nat. Gr., in deren einer das getrocknete Fruchtmark zu sehen ist; unten rechts eines der drei Samenkörner, welche jede Hülse enthält.

wänden gliederig zerfällt. Man nennt die Frucht in diesem Falle eine **Glieder-hülse** (Fig. 816). Sehr fest sind die Scheidewände bei den **Cassien** (Cassia), bei welchen außerdem in den einzelnen Fächern der walzenförmigen Hülse ein Fruchtbrei entwickelt wird, um dessentwillen diese Früchte (Cassia fistula) auf den Apotheken vorräthig gehalten werden. Bei den **Tragantheſträuchern** (Astragalus) ragt eine falsche Scheidewand von der Rückennaht der Hülse bis gegen die Samen vor, so daß die ganze Hülse in zwei seitliche unächte Fächer getheilt erscheint. Hier geht diese Scheidewandbildung von der Mittelrippe des Karpellarblattes aus, wie man aus ihrem Zusammenhange mit den Ueberbleibseln des Griffels schließen darf.

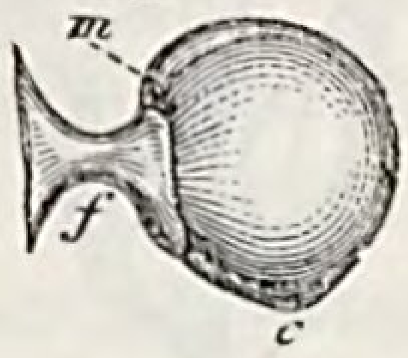


1

Fig. 816. Die Gliederhülsenfrucht des italienischen Süßklees (Hedysarum coronarium). *

* 1 Die Gliederhülse ganz, das oberste Glied im Begriffe abzufallen; 2 die zwei obersten Glieder, senkrecht durchschnitten, um die Scheidewände zu zeigen.

Fig. 817.



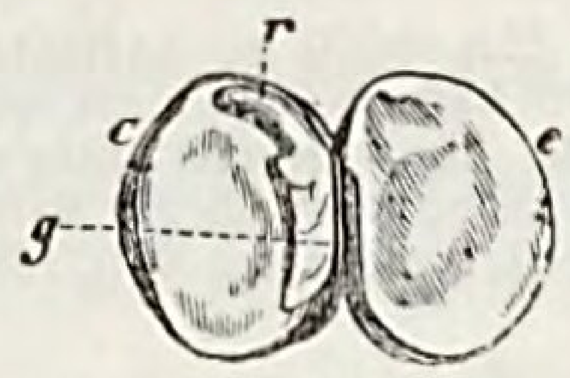


Fig. 818.

Fig. 817. Der Same der duftenden Plattwicke (Lathyrus odoratus). *

* f Nabelstrang, unter dem Samen angeschwollen und abgegliedert; c Samen; m Mikropyle.

Fig. 818. Der Embryo der duftenden Plattwicke mit auseinander gelegten Cotyledonen. *

* cc Cotyledonen; r Axenorgan; g Keimungsknöspchen.



Fig. 819. Der Embryo der gemeinen Saaterbse (Pisum sativum), horizontal durchschnitten. *

* c Die Cotyledonen; der untere Theil zeigt auf dem Querschnitte die Berührungsfläche beider; r Axenorgan seitlich gebogen.

Der **Same** (Fig. 817) der Papilionaceen besitzt stets eine harte, pergamentartige äußere Samendecke, welche mitunter auffallend gefärbt und bei den **Schminkbohnen** (Phaseolus communis) sogar bisweilen bunt, weiß oder gelb oder blau mit rothen Flecken. Die innere Samendecke ist zart und weiß. Perisperm und Endosperm fehlen gänzlich; der **Embryo** (Fig. 818 und 819) füllt den Samen völlig aus. Derselbe besitzt zwei sehr dicke Cotyledonen und ein kleines seitlich gekrümmtes Axenorgan, über dessen Spitze äußerlich die **Mikropyle** als ein nadelstichähnliches Loch bemerkbar ist. Dieses Loch entdeckt man am Samen leicht, indem es sich neben dem **Nabelflecke** befindet. Die Zellen des Embryo sind reichlich erfüllt mit **Stärkemehl** und enthalten außerdem eine große Menge einer Proteinsubstanz, welche man Pflanzenkäsestoff (Pflanzencasein) oder, wegen des Vorkommens in den Hülsenfrüchten, „**Legumin**" genannt hat. Dasselbe gerinnt nicht durch Kochen, wie das Albumin, wohl aber durch Säuren, ganz wie der Käsestoff in der thierischen Milch. Da diese Substanz in den Samen der Papilionaceen in sehr reichlichem Verhältnisse enthalten ist, in den Erbsen 14%, in den Bohnen 22%, in den Linsen 36%, so sind diese daher ausgezeichnete Nahrungsmittel und seit den ältesten Zeiten als solche sehr vielfach angewandt. Die Samen der südamerikanischen Arachide oder Erdnußpflanze (Arachis hypogæa), welche gegenwärtig bereits in einem großen Theile von Amerika und selbst im südlichen Frankreich angebaut wird, enthalten sehr vieles und ausgezeichnet gutes **fettes Oel**. Das **Keimen**

des Samens der Papilionaceen gehört zu den bekanntesten Erscheinungen, da man dasselbe häufig vor der Aussaat durch Befeuchtung mit Wasser, sogenanntes Einquellen, hervorruft. Die außerordentliche Kraft, mit welcher die Keimung vor sich geht, ist ebenfalls allgemein bekannt, wird aber meistens ganz falsch gedeutet. Füllt man eine Flasche mit trockenen Erbsen und gießt man sodann Wasser dazu, bis die Flasche gänzlich gefüllt ist, und verstöpselt den Hals, so wird die Flasche gesprengt. Man bedient sich dieses Mittels zu anatomischen Zwecken, indem man Schädel auf die Weise in die einzelnen Knochen zerlegt, daß man durch das Hinterhauptsloch Erbsen einfüllt, Wasser hinzugießt und das Loch sodann verstopft, worauf alle Knochen aus den Nahtfugen getrieben werden. Woher diese Erscheinung? — Ist es, wie in zahllosen Büchern zu lesen, „die einsaugende Kraft", die „Kraft der Einsaugung", durch welche dieselbe hervorgerufen wird? — Nimmermehr! durch eine bloße Einsaugung könnte sich das Volumen der Erbsen unmöglich stärker vermehren, als um das Maß des hinzugegossenen Wassers, und da die aufquellenden Erbsen nicht rund bleiben, sondern sich ganz gegen einander abflächen und genau ineinander drücken, so müßten Wasser und Erbsen in Flasche oder Schädelhöhle gemeinsam Raum behalten, möchte das Wasser neben den Erbsen oder innerhalb derselben sein. Vielmehr ist es eine Folge der chemischen Vorgänge, welche das Wasser in den Zellen der Embryonen hervorruft, und durch welche innerhalb der Pflanzenzellen sich Gase entwickeln und obendrein Wärme erregt wird, deren gemeinsames Resultat die Ausdehnung sein muß. — Wegen der Festigkeit der äußeren Samendecke kann die Aufnahme des Wassers nicht überall gleichmäßig geschehen; vielmehr erfolgt diese vorzugsweise durch das minder feste Gewebe des Nabelfleckes, und zumal durch die Mikropyle. So muß dem Wurzelspitzchen des Axenorganes die Feuchtigkeit zunächst zukommen und von diesem aus die Keimung beginnen; dasselbe bricht aus der Mikropyle und dem neben dieser im Nabelflecke entstehenden Risse hervor. Auch die Cotyledonen drängen sich allmählig aus der Samendecke hervor (Fig. 820). Bei dem sogenannten „unterirdischen" Klee (Trifolium subterraneum) geht die Keimung in den Hülsen selbst vor sich, indem diese sich bei der Reife durch Krümmung ihrer Stiele zum Boden niedersenken und in denselben eindringen. Ebenso ist es bei den Arachiden (Fig. 821), deren Hülse sogar schon gleich nach dem Verblühen in den Boden eindringt und in diesem zur Reife gelangt, weßhalb man sie eben Erdnuß oder Erdeichel genannt hat.

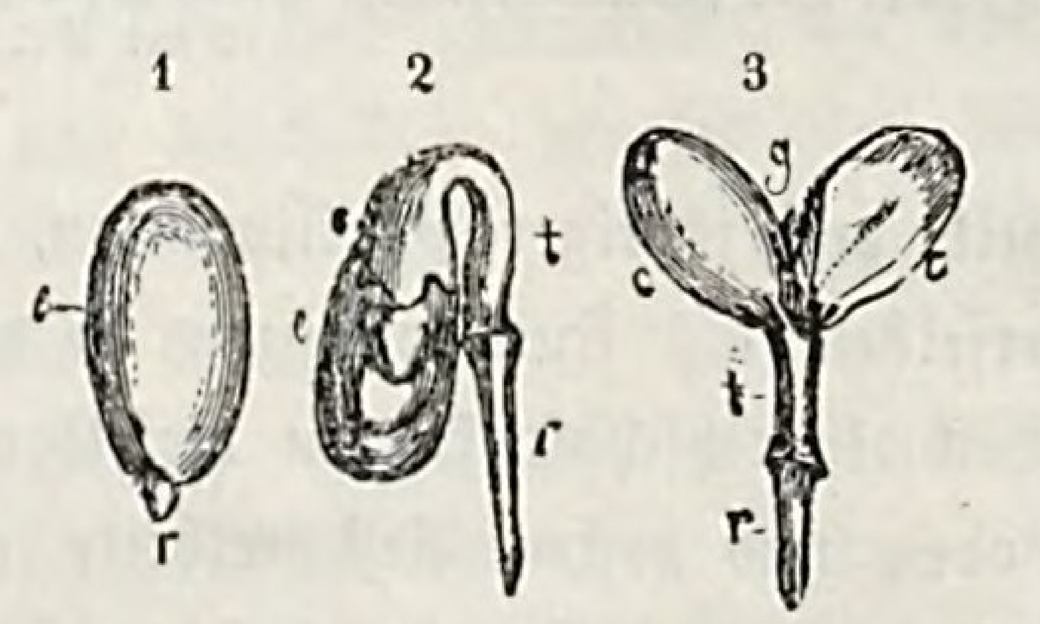


Fig. 820. Die Keimung einer Mimosee aus dem Geschlechte der Akazien (Acacia julibrissia). *

* 1, 2, 3 stellen die verschiedenen Stufen der Keimung dar; *e* Samendecke; *r* Würzelchen; *t* Stämmchen; *c* Cotyledonen; *g* Keimungsknöspchen.

Die Ordnung der Hülsenfrüchtler enthält mehr als 4000 Gattungen von Pflanzen, und jede Familie derselben ist reich an Nutzen für den Menschen. Einige ginsterähnliche Pflanzen, besonders der spanische Besenstrauch (Spartium junceum) und der Sunn (Crotalaria juncea), ersterer in Südeuropa, letzterer in Indien, liefern in ihrem Baste ein ausgezeichnetes Material für Seilwerk. Klee (Trifolium), Esparsette (Onobrychis), Luzerne (Medicago), Wicken (Vicia) in zahlreichen verschiedenen Arten und eine große Menge anderer, theils einjähriger,

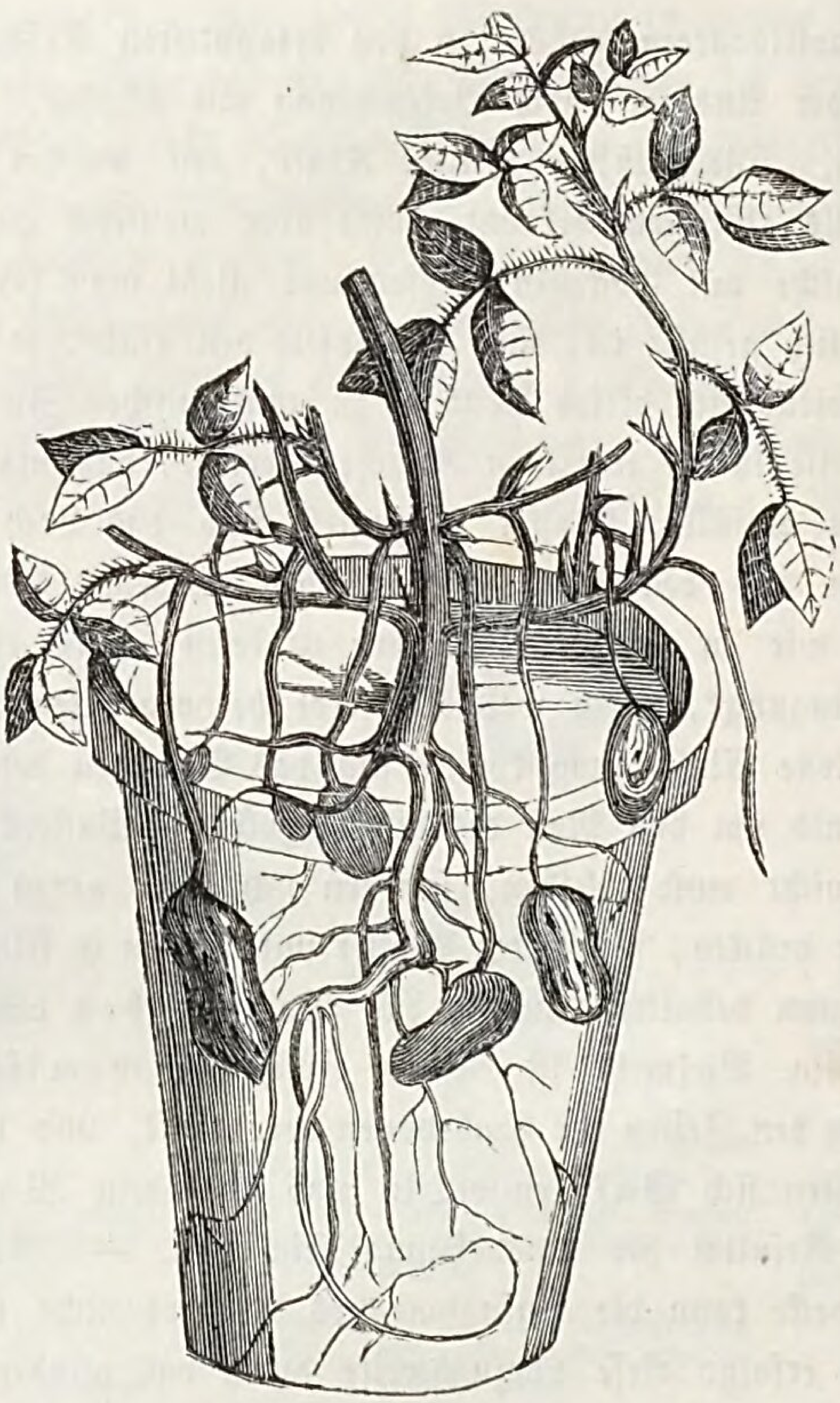


Fig. 821. Die südamerikanische Erdnußpflanze (Arachis hypogæa) aus der Familie der Cäsalpinieen, mit ihren in die Erde eingedrungenen Hülsenfrüchten.

theils mehrjähriger Papilionaceen, bilden die „Saatwiesen", indem man immer mehrere derselben als Futterpflanzen in die Reihe der Culturgewächse aufnimmt. In der Wechselwirthschaft spielen dieselben durch ihre eigenthümliche Einwirkung auf den Boden und dessen Bestandtheile eine äußerst wichtige Rolle, und kaum glaubt es heute mancher Bauer, welcher sich streng aller „Neuerungen" wehrt, daß noch vor hundert Jahren der treffliche Klee eine unerhörte Neuerung war. Wie die Erbsen (Pisum), Schminkbohnen (Phaseolus), Ackerbohnen (Vicia) und Linsen (Ervum) in Deutschland, so werden in Südeuropa auch noch die Kichern (Cicer) und Wolfsbohnen (Lupinus) ihrer mehlreichen und nahrhaften Samen wegen angebaut. In den Ländern am Mittelmeere ist der Johannisbrodbaum (Ceratonia siliqua), eine der wenigen südeuropäischen Pflanzen aus der Familie der Cäsalpinieen, durch seine für Menschen und Vieh zur Nahrung dienenden süßen Hülsen nicht unwichtig. Das saure Fruchtmark der Tamarinde ist in Indien ein allgemein beliebtes Labsal und auf unseren Apotheken ebenfalls vorräthig. Die Blätter der mit beiden vorigen der gleichen Familie angehörigen Cassien liefern als „Sennesblätter" ein vielgebrauchtes Anzneimittel. Nahe verwandt ist denselben der Tonkabaum (Dipterix odorata), dessen herrlich duftende Bohnen zu manchen Parfümerieen benutzt werden. Auch unter den Papilionaceen sind viele Gattungen, welche duftende Stoffe liefern; der Perubalsambaum (Myrospermum peruiferum)

und der Tolubalsambaum (M. toluiferum) erzeugen die Balsame, nach welchen sie benannt sind; der blaue Bockshornklee (Trigonella cœrulea) gibt in seinen Blättern das Gewürz zum Kräuterkäse. Der Süßholzstrauch (Glycyrrhiza glabra) enthält in seinem Holze den süßen Saft, welcher als Liquiritien- oder Lakrizensaft ein bekanntes Mittel gegen Brustbeschwerden ist. Die Mimoseen sind größtentheils reich an Gummi, welches unter dem Namen des arabischen Gummi (gummi arabicum) besonders aus mehreren Akazien (Acacia arabica, gummifera etc.) Arabiens und Afrika's gewonnen wird. Die Traganthsträucher, vorzüglich der Kretische (Astragalus creticus) und der Syrische (A. gummifer) enthalten dagegen Schleim, das sogenannte Traganthgummi, in reichlichster Fülle. Viele andere Papilionaceen erzeugen dasselbe Produkt in geringerem Maße. — Farbstoffe gewinnt man aus mehreren Cäsalpinieen; es gehört hieher der Campechebaum (Hæmatoxylon campechianum) Mittelamerika's, dessen sehr hartes und festes Holz, das rothe Blutholz oder Campecheholz, eines der wichtigsten Farbmaterialien ist, der Fernambukbaum (Cæsalpinia brasiliensis), von welchem das Fernambuk oder Brasilienholz kommt, wie das Braunholz vom Sappanbaume (Cæsalpinia sappan) Ostindiens und das Gelbholz von dem Bahamasappan (C. bahamensis). Unter den Papilionaceen dagegen treffen wir die wichtigsten aller Färberpflanzen, die Indigopflanzen (Indigofera tinctoria und I. anil), welche ursprünglich in Indien einheimisch, gegenwärtig aber in der ganzen heißen Zone, besonders in Mittelamerika angebaut werden. Dieselben enthalten Indigweiß (Seite 916) in sehr großer Menge. In Wasser gelegt, gerathen sie in eine Fäulniß, in Folge deren das Indigweiß sich dem Wasser mittheilt; abgeschöpft und vielfach gerührt und dadurch mit der Luft in Berührung gebracht, geht dieses über in Indiggrün und Indigblau, welches sich zu Boden setzt und getrocknet, oft aber vielfach verfälscht, in den Handel gebracht wird, und welches in neuerer Zeit den Waid mehr und mehr verdrängt. Der in Deutschland einheimische Färberginster (Genista tinctoria) wird zum Gelb- und Grünfärben benutzt.

In keiner Abtheilung der Pflanzen machen sich so auffallend, wie bei den Hülsenfrüchtlern, die Erscheinungen des Pflanzenschlafes und der Reizbarkeit; dieselben bedürfen daher hier einer näheren Erwähnung. Die Ackerbohnen (Vicia faba), der Blasenschotenbaum (Colutea arborea), die eigentlichen Akazien (Acacia) und besonders die Mimosen (Mimosa) zeigen das auffallende Phänomen, daß die Seitenblättchen ihrer Blätter sich Abends zusammenneigen. Sehr geneigt, wie der Mensch es immer ist, die eigenen Empfindungen und Bedürfnisse auch auf andere Geschöpfe zu übertragen, hat man diesen Pflanzen Müdigkeit und Schlafesruhe zugeschrieben. Indessen steht jene Erscheinung keineswegs so vereinzelt da. Bei sehr vielen, fast bei allen Pflanzen, verändert sich die Stellung der Blätter mit dem Wechsel der Tageszeit einigermaßen; der Wiesenklee (Trifolium pratense) und überhaupt alle Papilionaceen und andere Pflanzen mit besonders zarten Blättern, zeigen diesen Wechsel, und zumal die Blätter der Blumen ganz allgemein. Die Veränderungen des Feuchtigkeitszustandes der Atmosphäre und der Temperatur, deren Einfluß auf den Grad der Saftfülle in den Zellen, zumal zarter Pflanzengewebe, sehr bedeutend sein muß, sind die Ursache dieser Erscheinungen, welche daher bei einer großen Zahl von Pflanzen auch durch den Eintritt eines

Witterungswechsels hervorgerufen werden. Der sogenannte Pflanzenschlaf besteht im Allgemeinen in einer theilweisen oder völligen Rückkehr der Blattorgane in die Lage, in welcher sie sich im Knospenzustande befanden. Je nachdem zartwandige Zellen die obere oder die untere Fläche des Blattes bilden, muß durch vermehrte Verdunstung und Ausscheidung des Wassers eine Neigung des Blattes auswärts oder einwärts erfolgen; daher die einen Pflanzen, die sogenannten Tagschläfer, unter denselben Umständen ihre Blüthen und Blätter entfalten, unter welchen die anderen, die Nachtschläfer, die ihrigen wieder zusammenfalten. Während die große Mehrheit der Pflanzen ihre Karpelle bei völliger Austrocknung öffnet, schließen die der Mesembryanthemeen (Seite 990) unter dem gleichen Einflusse um so fester zusammen und öffnen sich dagegen bei feuchter Zeit. Da die Abscheidung des Wassers aus den Blättern der Pflanzen nicht sowohl eine einfache Verdunstung, als vielmehr das Resultat der in den Zellen vor sich gehenden chemischen Prozesse ist, da ferner die chemischen Prozesse großentheils unter dem Einflusse des Lichtes allein vor sich gehen, oder wenigstens in lebhafterer Weise vor sich gehen, als im Dunkeln, ja zum Theil sich geradezu umkehren (Seite 842), so begreift sich hieraus gar wohl, daß bei vielen Pflanzen weniger der Feuchtigkeitszustand der Atmosphäre, als das Licht von Einfluß sein muß auf das Schlafen oder Wachen der Pflanze, ebenso wie auch die Richtung der meisten Pflanzen nach dem Lichte, dagegen die Abneigung weniger anderer (Schattenpflanzen) sich aus einem Einflusse auf die chemischen Vorgänge und dadurch die Vermehrung der Pflanzenzellen gar wohl erklärt.

Einige Bewegungen, welche bei Pflanzen aus der Familie der Mimoseen, sowie bei einer Papilionacee beobachtet werden, scheinen eine so einfache Deutung kaum zuzulassen und sind noch mehr, als obige, vielfach als Beweise angesehen worden, daß die Pflanzen Empfindungsvermögen und Willkür besitzen. Die schüchterne Mimose (Mimosa pudica) und mehrere nahe verwandte Pflanzen, aber auch einige Oxalideen (Seite 1035) zeigen einen mehr oder weniger plötzlichen Uebergang in den Zustand des „Schlafes", sobald man die Blätter derselben berührt, besprengt, brennt u. s. w., ja, erstere Gattung macht dabei die auffallendsten Bewegungen. Sie legt die Fiederblättchen rasch zusammen und drückt dieselben eng an die Mittelrippen, letztere aber neigen sich, wie geknickt, abwärts. Langsam und fast unmerklich heben sich später die Blattrippen und entfalten die Fiederblättchen sich wieder. Selbst wenn man in der Nähe der Pflanze auf den Boden stampft, erfolgt die gleiche plötzliche Bewegung, welche mit den Wirkungen eines Schreckes auf die Thiere große Aehnlichkeit darbietet. In der That muß der Eindruck höchst wunderbar sein, welchen ein Reiter empfängt, welcher durch ein Mimosengesträuch galoppirt und bei jedem Hufschlag rechts und links die vorher so schön im Sonnenscheine ausgebreiteten fiederblätterigen Fächer zusammenfahren und schlaff niedersinken sieht. Dennoch scheint die Erklärung des Phänomens nur in physikalischen und chemischen Verhältnissen gesucht werden zu müssen, welche mit manchen Eigenthümlichkeiten im Gewebe jener Blätter zusammentreffen, um einen Zustand der Spannung zwischen den verschiedenen Theilen zu erzeugen, zu dessen plötzlicher Störung eine geringe Anregung von außen genügt. Nicht minder auffallend und unerwartet, aber unmittelbarer an chemisch-physikalische Vorgänge erinnernd, sind die Bewegungen des schwingenden Hedysarum (Hedysarum gyrans), einer unserer Esparsette nahe verwandten Pflanze

Ostindiens. Die den Luzerneblättern ähnlichen Blätter dieses Gewächses sind in einer fortwährenden Bewegung, so lange dasselbe im Wachsthume begriffen ist und die zu diesem nothwendigen Bedingungen, besonders auch die Wärme, nicht fehlen. Die Blättchen senken sich ruckweise und heben sich wieder, unter dem Klima Ostindiens mitunter in jeder Sekunde einmal, in den europäischen Treibhäusern langsamer, oft nur einmal in der Minute. So nahe hier die Erklärung dieser rhythmischen Bewegungen zu liegen scheint, indem man kaum zweifeln kann, daß es chemische Vorgänge sind, durch welche bis zu einem gewissen Grade eine Spannung im Gewebe der Blätter hervorgebracht wird, und daß plötzlich nach Ueberschreitung dieses Grades ein Ausweg zur Entfernung der Ursache der Spannung sich öffnet, aber alsobald auch wieder verschließt, bis daß der gleiche Grad der Spannung von Neuem erreicht ist — so konnte man doch bis jetzt noch nicht zur wirklichen Ermittlung der angedeuteten Vorgänge gelangen, und somit bleibt auch diese Erscheinung einstweilen noch räthselhaft.

Rückblick.

Wir haben die Organisation der Pflanzen durch die wunderbare Abstufung und Formenmannigfaltigkeit hindurch verfolgt, in welcher dieselbe uns entgegentritt. Die Klasse der Dicotyledoneen zeigte uns dieselbe in ihrer höchsten Vollendung. Sie ist die jüngste unter den Klassen des Pflanzenreiches in der Schöpfung. Spärlich nur erscheinen einzelne ihrer Mitglieder in den Schichten der Kreideformation, spärlich auch finden sie sich noch in der Eocen- und selbst in der Miocenperiode. Die ersten Dicotyledoneen, von welchen erkennbare Spuren bekannt sind, gehören derjenigen Ordnung an, bei welcher die Form der Blüthen am meisten noch erinnert an die der Coniferen, nämlich der Ordnung der Troddelträger. Es sind die Blätter der Crednerien (Credneria), welche Haselblättern ähnlich waren, sodann Juglandeen, Betulaceen, Ulmaceen und Acerineen, welche theils ihre Blätter, theils ihre Hölzer in erkennbarem Zustande, erstere meistens nur in Abdrücken, letztere theils verkieselt, theils in Braunkohle verwandelt zurückgelassen haben. So-

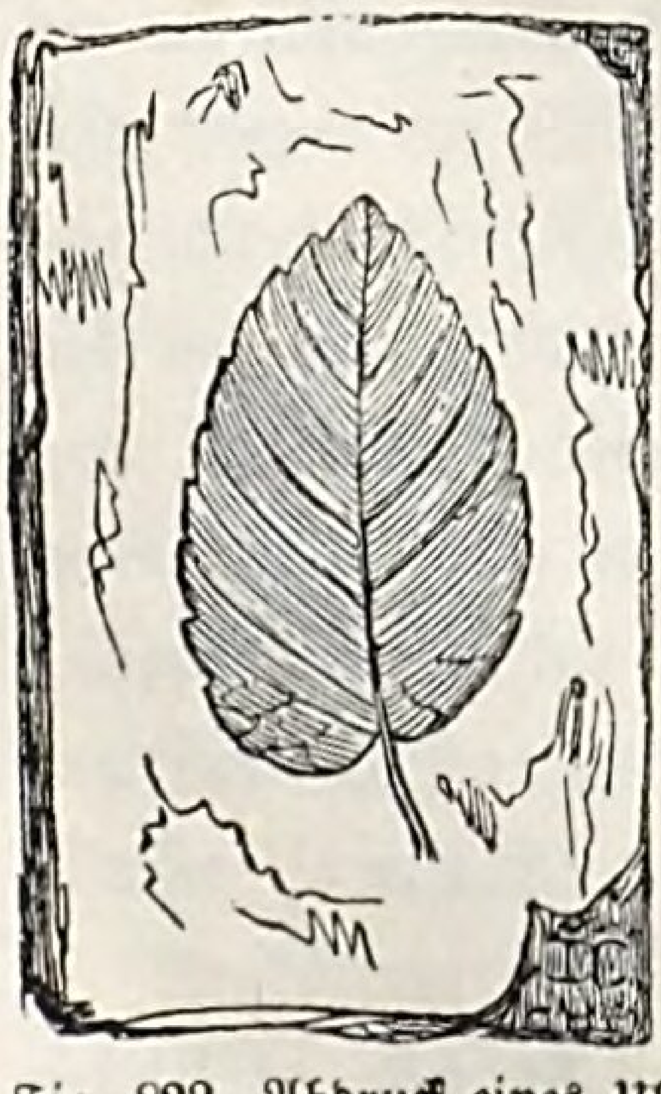


Fig. 822. Abdruck eines Ulmaceenblattes aus der Molassenformation.

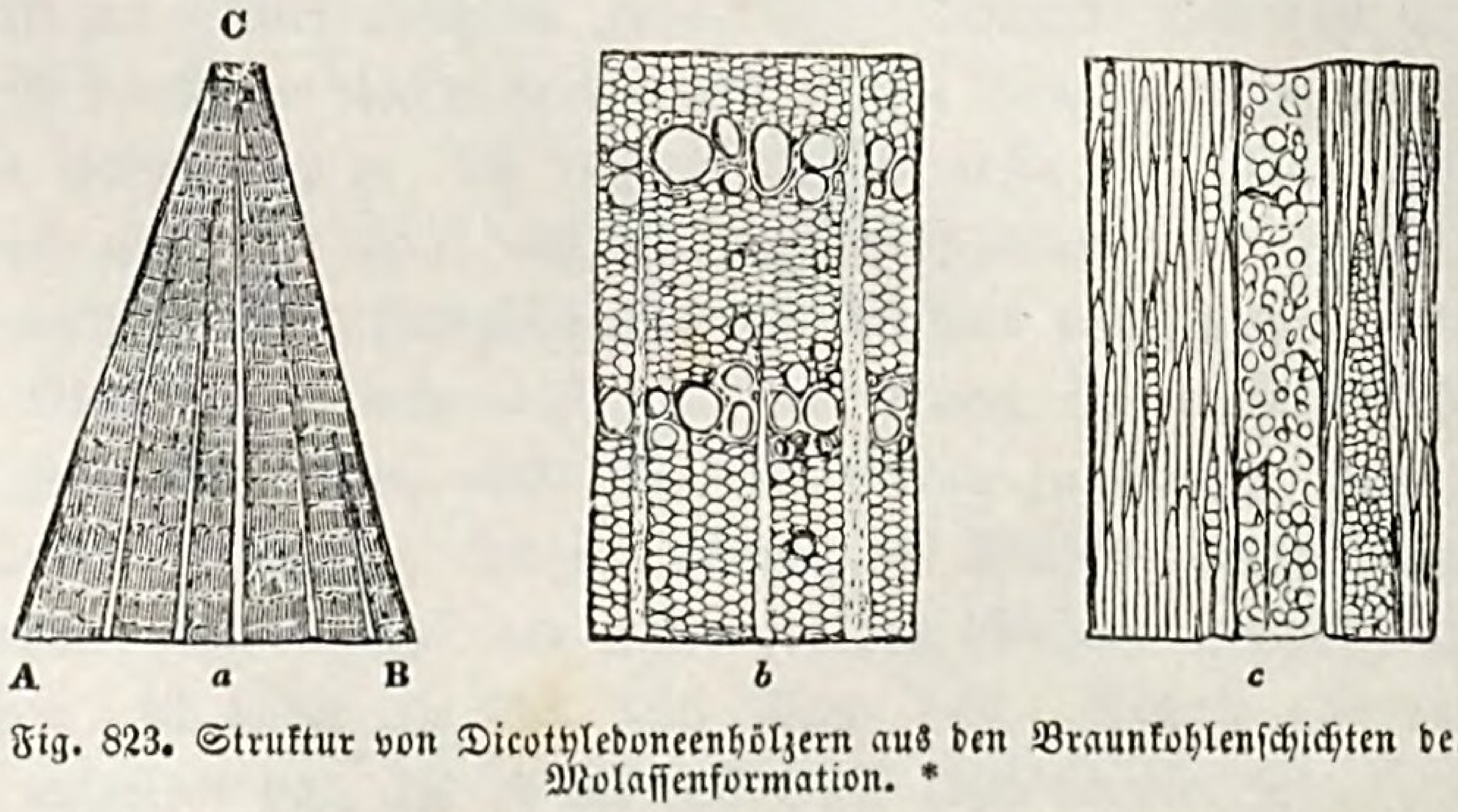


Fig. 823. Struktur von Dicotyledoneenhölzern aus den Braunkohlenschichten der Molassenformation. *

* *a* Ein Theil des Querschnittes eines dicotyledonischen Stammes in nat. Gr. C Mark; AB Umfang. — *b* Ein Stück dieses Querschnittes vergrößert; man bemerkt die Markstrahlen und die großen Oeffnungen der den Jahresringen entsprechenden Luftgefäße. — *c* Ein senkrechter Schnitt quer durch die Markstrahlen, vergrößert; man bemerkt die Markstrahlen, die Prosenchymzellen und ein großes getüpfeltes Luftgefäß.

wie die Dicotyledoneen mehr und mehr zunahmen, sind die Cykadeen in Europa vollends, die Monocotyledoneen mehr und mehr und von letzteren die vollkommensten Familien vorzugsweise verdrängt worden; die Coniferen, deren alte Gattungen gleichfalls erloschen, haben in ihren neuen Formen sich nur auf den Gebirgen und in den kälteren Zonen halten können, wo der neu aufgetretenen Klasse nur eine kümmerlichere Entwicklung möglich war. Jetzt erst sind wir im Stande, die Stellung der Coniferen in der Natur völlig zu würdigen. Sie nähern sich den Dicotyledoneen in der Anordnung der Gewebe und in ihrem Wuchse, während sie in der Bildung der Fortpflanzungsorgane hinter den Monocotyledoneen weit zurückstehen. Sie waren die Vorläufer von beiden, gemischte Naturen, wie so viele Gruppen von Pflanzen und Thieren früherer Perioden der Schöpfung, welche als Vorläufer zukünftiger höher entwickelter Geschöpfe auftraten, deren Naturen sie in sich vereinigten, und welchen sie später die sich verjüngenden Fluren der Erde räumen mußten. Auch im Pflanzenreiche liegt vor uns, wie im Thierreiche, ein Bild steter Verjüngung der Schöpfung und eines stetigen Fortschrittes zu höherer Vervollkommnung und Mannigfaltigkeit.

Fünfter Abschnitt.

Die Naturgeschichte der Steine

oder

Mineralogie.

Erster Theil.

Krystallologie.

Uebersicht der Krystallologie.

1. Isometrisches System.
2. Quadratisches System.
3. Hexagonales System.
4. Orthorhombisches System.
5. Klinorhombisches System.
6. Klinorhomboidisches System.

I. Das Isometrische System.

Krystalle und Krystallisation. Legt man gewöhnlichen käuflichen Alaun in reines Wasser (Regenwasser), so löst sich derselbe darin auf. Vermehrt man den Alaunzusatz in einem gewissen Quantum von Wasser, so tritt endlich, je kälter das Wasser ist, desto früher, ein Punkt ein, wo die Alaunstücke ungelöst am Boden liegen bleiben und trotz allem Rühren und Schütteln sich nicht mehr auflösen. Das Wasser ist mit Alaun gleichsam gesättigt. Erwärmt man aber jetzt das Wasser, so löst sich der Alaun wieder in immer steigender Menge, und es nimmt die Auflösungsfähigkeit fortwährend zu, bis daß das Wasser anfängt zu sieden. Nun tritt wieder ein Stillstand ein, nicht etwa, weil bei einer den Siedepunkt (100° Cels.) überschreitenden Temperatur die Auflösungsfähigkeit des Wassers nicht größer wäre, als bei der einfachen Siedhitze, sondern weil man das Wasser in einem Gefäße, aus welchem Dampf entweichen kann, nicht über 100 Grad zu erhitzen vermag, ohne daß es sich in Dampf verwandelt. Jedes Tröpfchen des Wassers, welches eine höhere Temperatur erhält, wird Dampf und entweicht; das Wasser, welches noch tropfbar flüssig erscheint, ist daher nie über 100 Grad heiß. Sobald also das Wasser so viel Alaun aufgelöst hat, als es bei 100 Grad lösen konnte, so gelingt die Auflösung eines weiteren Zusatzes nicht mehr. Das Wasser ist nun wieder gesättigt, aber es enthält viel mehr Alaun gelöst, als es bei der Temperatur der gewöhnlichen Luft zu lösen im Stande wäre. Läßt man die heiße Alaunlösung nun

allmählig erkalten, so scheidet sich wieder so viel von dem Alaun aus derselben in fester Masse ab, daß die Lösung bei jedem Temperaturgrade eben immer noch gesättigt ist. Der feste Alaun, welcher sich wieder abscheidet, sammelt sich auf dem Boden des Gefäßes oder, wenn man etwa ein Hölzchen oder Fäden in die Flüssigkeit hineingehängt hat, auch an diesen. Derselbe erscheint in kleinen glasglänzenden, regelmäßig vieleckig gestalteten Körperchen oder Polyedern, welche, indem sie sich vergrößern, immer dieselbe regelmäßige Form beibehalten. Die regelmäßig polyedrische Gestalt rührt daher, daß weder in allen Richtungen in gleichem Verhältnisse, noch auch in einem ganz regellos ungleichen Verhältnisse die sich ausscheidende Alaunmasse sich zusammenhäuft, sondern daß die Zusammenfügung der Massentheilchen in gewissen Richtungen vorherrschend und gleichzeitig vor sich geht. Die zusammengefügten Theilchen halten sehr fest zusammen; sie scheinen mit einander eine ganz einige Masse zu bilden. Die Kraft, welche sie zusammenfügte und zusammenhält, nennt man Kohäsionskraft, es ist dieses eine Kraft, welche man aus ihrer Wirkung kennt, und welche eine allgemeine Eigenschaft aller Stoffe ist, welche sich jedoch vorzugsweise unter Massentheilchen von gleichartiger Substanz äußert. Bei der Zusammenfügung der aus der Lösung sich abscheidenden Alauntheilchen hat offenbar die Kohäsionskraft in gewissen Richtungen vorherrschend gewirkt; dieses beweist die regelmäßige Form der Körperchen, welche sich gebildet haben. Man nennt diese Polyeder Krystalle und ihre Bildung Krystallisation. Die Alaunkrystalle haben bei dem beschriebenen Verfahren sämmtlich stets ganz die nämliche und immer gleiche Gestalt (Fig. 824).

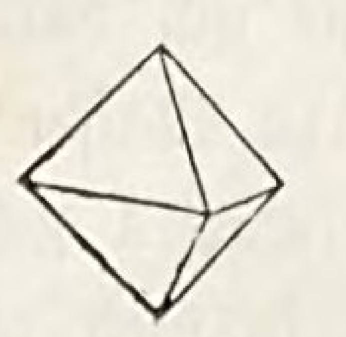


Fig. 824. Ein Alaunkrystall. Reguläres Oktaeder.

Acht spiegelglatte ebene Flächen umschließen jedes derselben, jede Fläche ist ein vollkommen regelmäßiges gleichseitiges Dreieck; je vier Flächen bilden zusammen einen Gipfel, und jede einzelne der acht Flächen nimmt mit ihren dreien Winkeln an der Bildung dreier Gipfel Antheil. Folglich werden $(3 \times 8) : 4$, dreimal acht, dividirt durch vier, Gipfel gebildet, also sechs Gipfel. Man nennt einen solchen Körper ein Oktaeder oder einen Achtflächner. Die Gleichheit und Gleichseitigkeit der Dreiecke steht in nothwendigem Zusammenhange mit dem Umstande, daß die Neigung je zweier Flächen, welche mit einander eine Kante bilden, stets ganz den gleichen Winkel bildet. Es beträgt dieser Kantenwinkel bei allen Kanten des Alaunoktaeders $109^{0}\ 28'\ 16''$. Dieser Umstand steht wieder in unzertrennlichem Zusammenhange mit der völligen Gleichheit der Entfernung je zweier Gipfel, welche man sich vermittelst einer geraden Linie durch den Mittelpunkt des Krystalls verbunden denken kann. Eine solche, zwei gegenüberliegende Gipfel verbindende Linie nennt man eine Axe. Im Oktaeder kann man sich drei derartige, genau gleich lange Axen denken, und diese kreuzen sich im Mittelpunkte desselben so, daß sie genau rechte Winkel mit einander bilden. Alle gleichnamigen Theile (Flächen, Kanten, Gipfel, Axen) sind somit bei dem Alaunoktaeder völlig gleich, so daß man stets ganz dieselbe Erscheinung vor sich hat, mag man das Oktaeder auf den einen Gipfel oder auf den andern Gipfel gestellt denken, oder mag man es auf der einen oder andern Fläche ruhen lassen. Man nennt ein solches Oktaeder daher ein regelmäßiges oder reguläres Oktaeder, oder auch, weil das gleiche Maß der Axenlänge, der Seiten der dreieckigen Flächen, der Kantenwinkel und überhaupt aller gleichnamigen Theile

die Ursache der Regularität ist, ein gleichmäßiges oder isometrisches. — Setzt man auf eine der Flächen des Alaunoktaeders ein Messer in der Weise, daß die Fläche der Messerklinge parallel liegt mit einer Oktaederfläche, und schlägt man sodann auf das Messer, so spaltet der Krystall mit ziemlicher Leichtigkeit. Wiederholt man dasselbe Verfahren möglichst gleichmäßig parallel allen acht Flächen des Oktaeders, so erhält man als Ueberrest einen Kern, welcher eben wieder ein reguläres Oktaeder ist, und man kann, so weit es die mechanischen Hülfsmittel irgend erlauben, diesen Kern immer mehr und mehr verkleinern (Fig. 824, a). Ja, auch aus den abgespalteten Stücken kann man zahllose kleine Oktaeder durch Spaltung darstellen. In jeder beliebigen Richtung, welche nicht mit einer der Oktaederflächen parallel ist, findet das Messer nicht allein viel größeren Widerstand, sondern es erfolgt überhaupt gar keine eigentliche Spaltung, vielmehr entsteht durch Anwendung von Gewalt ein „muscheliger", d. h. krummflächiger Bruch, wie beim Zerschlagen eines dicken Glases. Man sieht hieraus, daß ein regelmäßiges Gefüge der Massentheilchen stattfindet, in Folge dessen die letzteren in gewissen, mit den äußeren Krystallflächen in bestimmter Beziehung stehenden Richtungen inniger zusammengehalten sind, während sie in andern leichter getrennt werden können.

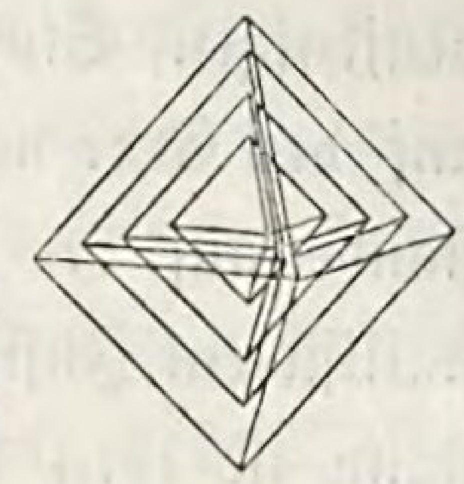


Fig. 824, a. Spaltbarkeit des Alaunoktaeders.

Krystallinische Massen. Wenn man eine Alaunlösung, aus welcher Alaun sich abscheidet, während der Erkaltung rührt, so werden die Massentheilchen verhindert, sich in einigen wenigen Krystallen zu vereinigen. Vielmehr entstehen nun sehr viele kleine Krystalle. Wenn solche zahlreich und selbst auf einander gehäuft am Boden des Gefäßes liegende Krystalle allmählig größer werden, so müssen sie sich bald gegenseitig mit Ecken, Kanten oder Flächen berühren und somit den weiteren Massenzuwachs an den Berührungsstellen verhindern. In den Zwischenräumen schalten sich theils noch neue kleine Krystalle ein, theils setzt sich hier die Masse, so weit es möglich ist, noch immer in regelmäßiger Weise auf den Flächen der schon vorhandenen Krystalle ab. Die Zwischenräume füllen sich dadurch gänzlich aus und es bildet die ganze Alaunmasse am Boden eine Kruste, deren Oberfläche zahlreiche kleine regelmäßige Ecken von Alaunkrystallen zeigt. Die Krystalle hangen ziemlich fest an einander, indem die Kohäsionskraft sich auch zwischen den Massentheilchen verschiedener Krystalle, welche sich bei ihrer Entstehung berührten, geltend macht. Doch zerbricht schon bei einem leichten Schlage die ganze Masse und zeigt dabei auf dem Bruche, je nach der Größe der Krystallkörperchen, welche sich ausbilden konnten, mehr oder minder deutlich glänzende, spiegelnde Flächen. Die einzelnen Krystalle erscheinen als eckige Körnchen. Man nennt dergleichen durch „gestörte Krystallisation" entstandene Massen krystallinisch körnig. Die Krystallkörnchen können dabei unter Umständen so klein bleiben, daß das bloße Auge sie nicht erkennt, sondern eine dichte Masse zu sehen glaubt, in welcher bisweilen hie und da ein flimmernd spiegelndes Pünktchen eine Krystallfläche verräth. In andern Fällen sind die Körnchen bemerkbarer, ohne jedoch eine deutliche Erkennung zuzulassen; oder sie sind so groß, daß man ihre Flächen bestimmen und regelmäßig spalten kann. Man unterscheidet danach dichte, feinkörnige und grobkörnige krystallinische Massen. —

Allgemeinheit der Krystallisationsfähigkeit. Alle Elementarstoffe,

sowie alle chemischen Mischungen ersten, zweiten, dritten ... Grades können krystallisiren — wenigstens glaubt man nach vielfachen anderen Beobachtungen vermuthen zu dürfen, daß auch diejenigen Substanzen einer Krystallisation fähig sind, welche man noch nie in Krystallformen angetroffen hat; eben so gut, wie man theoretisch die Schmelzbarkeit aller Stoffe annehmen kann, auch wenn man, aus Mangel eines Mittels, den nöthigen Wärmegrad hervorzubringen, diese Schmelzung nicht durch das Experiment zu zeigen im Stande ist, und wie man eine Erstarrbarkeit auch bei denjenigen Stoffen voraussetzt, welche selbst bei dem höchsten bekannten Kältegrade auf der Erde noch flüssig oder gar gasförmig sind. Eben die nur in gasförmigem Zustande auf der Erde vorkommenden Stoffe sind es, welche wir noch nicht in krystallisirtem Zustande gesehen haben; denn die Flüssigkeit — und der gasförmige Zustand ist eben der höchste Grad von Flüssigkeit — ist bedingt durch eine nicht allein überall geringe, sondern vorzüglich auch durch eine völlig gleichmäßige Wirkung der Kohäsionskraft zwischen den Massentheilchen in allen verschiedenen Richtungen, während die Krystallisation, wie wir gesehen haben, eben in einer vorherrschenden Wirkung der Kohäsion in einigen wenigen bestimmten Richtungen begründet ist. Jede Substanz ist daher durchaus nicht mehr in krystallisirtem Zustande, sobald sie geschmolzen oder in Gas verwandelt ist; wogegen sich wohl denken läßt, daß in einer Auflösung außerordentlich kleine krystallisirte Massentheilchen nur durch die feine Zertheilung mit Hülfe einer anderen Flüssigkeit beweglich und somit in sich gleichwohl in einem Zustande wären, welcher eine Wirkung der Kohäsion in gewissen vorherrschenden Richtungen keineswegs ausschlöße.

Krystallisation durch Verdampfung. Schüttet man Kochsalz in Wasser, so wird dasselbe aufgelöst; jedoch tritt auch hier endlich ein Sättigungspunkt ein, nämlich sobald man in 74 Gewichtstheilen Wassers etwas mehr als 26 Gewichtstheile Kochsalzes aufgelöst hat. Das über dieses Verhältniß hinaus zugeschüttete Kochsalz bleibt ungelöst am Boden des Gefäßes liegen. Erwärmt man das Wasser, so wird nicht allein nichts desto weniger keine Spur Salzes weiter aufgelöst, sondern vielmehr scheidet sich solches ab, sobald durch die beginnende Verdampfung des Wassers dieses sich nur im Geringsten vermindert. Das sich abscheidende Kochsalz besteht ebenfalls aus regelmäßigen geometrischen Polyedern und ist parallel den Flächen derselben spaltbar, es ist krystallisirt, wie jener Alaun, und man gewinnt unser Kochsalz fast ausschließlich dadurch, daß man auf den Salinen die Wasser der Soolquellen, welche natürliche Kochsalzlösungen sind, siedet und dadurch verdampft.

Man findet sehr viele verschiedene Substanzen in Wassern aufgelöst (Seite 24); die meisten derselben bleiben, wenn das Wasser verdampft — geschehe dies durch künstliche Erwärmung oder unter dem Einflusse der Luft- und Sonnenwärme — in fester Masse zurück und nehmen, indem sie fest werden, eine regelmäßige Krystallform an. Die Krystallformen sind nicht etwa immer die nämlichen, welche wir beim Alaun kennen lernten; schon die des Kochsalzes haben eine andere Form, und wir werden später Gelegenheit haben, uns zu überzeugen, daß diese Formen außerordentlich verschiedenartig sein, und daß dieselben zur Erkennung der Substanzen eben so gut dienen können, wie wir die Thiere und Pflanzen an ihren, freilich mit den Krystallformen durchaus nicht vergleichbaren, Formen erkennen können. Im

Meerwasser, welches ein widerliches Gemisch von salzigem und bitterem Geschmacke besitzt, ist Kochsalz (Chlornatrium) neben Glaubersalz (schwefelsaur. Natron), Bittersalz (schwefels. Talkerde) und Gyps (schwefels. Kalkerde) enthalten. Läßt man solches Wasser verdampfen, so scheiden sich jene Salze ab, allein das eine früher, das andere später — zuerst der Gyps, sobald nämlich das Wasser nicht mehr das Fünfhundertfache seines Gewichtes beträgt; denn so viel braucht es zur Lösung dieser Substanz. Aber auch diejenigen Salze, welche gleichzeitig krystallisiren, sind nun, trotzdem, daß die Krystallchen derselben ganz die gleiche weiße Farbe besitzen und vielfach durcheinander gemengt liegen, sehr gut zu unterscheiden, indem sie ganz verschiedene Krystallformen zeigen, nach welchen man sie erkennen und sortiren kann. Löst man gewöhnlichen käuflichen Salpeter neben Kochsalz in dem nämlichen Wasser auf und läßt man das Gefäß an einem warmen Orte stehen, damit das Wasser recht allmählig verdampfe, so scheiden sich die beiden Salze in ziemlich großen Krystallen ab. Da aber die Kohäsionskraft, indem sie die Krystallisation bewirkt, nur auf die Massentheilchen von gleichartiger Substanz sich erstreckt, so bilden die Salpetertheilchen nicht mit den Kochsalztheilchen gemeinsame Krystalle, sondern jede Substanz stellt ihre *eigenen* Krystalle dar, welche man an der Form sehr leicht unterscheiden kann. Man benutzt daher die Krystallisation in den Gewerben sehr häufig, um sich völlig reine Substanzen zu verschaffen. —

Krystallisation aus dem Schmelzflusse. Erhitzt man *Wismuthmetall* in einem Schmelztigel, so fängt es endlich an zu schmelzen, d. h. die Kohäsion wird durch die erhöhte Temperatur so weit aufgehoben, daß die Massentheilchen nun ganz dem Gesetze der Schwere folgen, indem sie sich in völliges Gleichgewicht setzen, wie die Wassertropfen in einem Gefäße. Man nennt diesen durch die Temperatur bedingten flüssigen Zustand den *Schmelzfluß*. Läßt man die geschmolzene Wismuthmasse allmählig erkalten, so krystallisirt dieselbe, während sie in den rigiden Zustand zurückkehrt. An der Oberfläche und an der Wandung des Gefäßes werden zuerst Theilchen rigide, und zu diesen gesellen sich neue erkaltende Theilchen, während die Kohäsion in gewissen Richtungen, den Krystallaxen, sich vorherrschend äußert. Durchbricht man, bevor noch die ganze Metallmasse erstarrt ist, die oberflächliche Decke und gießt die innere, noch flüssige Masse aus, so sieht man in der Höhlung zahlreiche Krystalle, welche von der Wandung des Gefäßes und von der Oberfläche, wo die Erkaltung zuerst begonnen hat, in den inneren Raum hereinragen — ebenso wie beim Erkalten des schon bei gewöhnlicher Temperatur im „Schmelzflusse" befindlichen Wassers, sobald die Erkaltung einen gewissen Temperaturgrad, den „*Gefrierpunkt*," überschreitet, Wasserkrystalle sich bilden, welche als „Eisnadeln" in die noch flüssige Wassermasse hereinragen und nach Abgießung des Wassers näher betrachtet werden können. Läßt man dagegen bei obigem Versuche die ganze Wismuthmasse erstarren, so fügen sich neue Krystalle zwischen die zuerst gebildeten, und es entsteht eine *krystallinische Masse*. Auch das *Eis* auf unsern Flüssen und das *Eis der Gletscher*, sowie der *Schnee* ist eine *krystallinische Masse*.

Krystallisation aus dem Gaszustande. Bei manchen Substanzen geschieht unter Umständen der Uebergang aus dem *Gaszustande* in den *rigiden Zustand* in der Weise, daß sehr kleine Massentheilchen *einzeln in feinster Vertheilung* in den *flüssigen* und *aus diesem* in den *rigiden* Zustand übergehen, bevor

noch andere Massentheilchen ebenfalls auf jene Vermittlungsstufe gelangt sind. Man bemerkt alsdann den flüssigen Zustand gar nicht, oder doch nur als einen Nebel, und während dieser einerseits durch die feine Vertheilung der Tröpfchen dem noch gasförmigen Theile der Substanz ähnelt, glaubt man andererseits den rigide gewordenen Theil unmittelbar aus dem Gase entstehen zu sehen. Der in der Luft befindliche Wasserdunst (Wassergas) wird durch Abkühlung zu äußerst feinen Tröpfchen, welche noch in der Luft schwebend, den Nebel und das Gewölk bilden. Bei stärkerer Abkühlung bis unter den Gefrierpunkt gruppiren sich die rigide werdenden Wassertheilchen zu Krystallen und hängen sich entweder als Reif an Gegenstände, welche kälter sind, als die Luft, und welche somit das Erstarren der Wassertheilchen befördern, oder aber sie fallen zu Flocken zusammengehäuft als Schnee herab. Wenn man Salmiak oder Arsenikblüthe (arsenige Säure, „weißes Rattengift") erhitzt, so gehen diese Substanzen in den Gaszustand über (sie verdunsten, „sublimiren"), setzen sich aber an irgend einem kühlen Gegenstande wieder in rigidem Zustande an, indem die Tröpfchen, welche den Vermittlungszustand bilden, ihrer Kleinheit wegen gar nicht bemerkt werden. Auch Salmiak und Arsenikblüthe krystallisiren, indem sie so in den rigiden Zustand übergehen. Viele andere Substanzen bieten die nämliche Erscheinung dar. Man nennt den beschriebenen Vorgang auch Sublimation.

Amorphismus. Uebrigens würde man gar sehr irren, wenn man annehmen wollte, es sei der Uebergang in den rigiden Zustand stets und nothwendig mit Krystallisation verbunden. Schmilzt man Schwefel, wie bei dem oben erwähnten Versuche das Wismuthmetall, und läßt man denselben sodann langsam erkalten, so krystallisirt derselbe ebenfalls, indem er in den rigiden Zustand zurückkehrt. Durchbricht man die oberste starre Kruste, welche sich beim Erkalten bildet, bevor noch die ganze innere Schwefelmasse rigide geworden ist, und läßt man den noch flüssigen Theil ausfließen, so sieht man in der Höhlung unzählbare Krystalle, welche von den Wandungen und der Oberfläche, wo die Erkaltung zuerst begonnen hat, in den Hohlraum hereinragen. Wenn man aber den geschmolzenen Schwefel sehr plötzlich erkalten läßt, nachdem man denselben fast bis zu seiner Siedhitze (fast 400° Cels.) gebracht hat, so wird derselbe rigide, ohne zu krystallisiren. Man gießt zu diesem Zwecke jenen geschmolzenen Schwefel in kaltes Wasser. Er wird dann eine harzähnliche, zähe, braune, durchscheinige Substanz, welche man kneten und formen kann und welche eine etwas geringere Dichtigkeit besitzt, als dieselbe Masse zuvor hatte. In diesem Zustande wirkt in dem Schwefel die Kohäsionskraft in keiner besonderen Richtung kräftiger, als in einer jeden andern, und in Folge dessen nimmt die Masse jede Form an, welche man ihr gibt, ohne irgend ein Bestreben zu zeigen, irgend eine eigenthümliche Gestaltung oder ein mit solcher zusammenhangendes Gefüge anzunehmen. Diesen rigiden Zustand ohne Krystallisation bezeichnet man als den gestaltlosen oder amorphen Zustand, oder als „Amorphismus", im Gegensatze zu dem krystallinischen Zustande, dem Krystallismus. Der flüssige oder gasartige Zustand setzt mit Nothwendigkeit den Amorphismus voraus, ohne welchen er nicht existiren könnte. Die Krystallisation aus dem Schmelzflusse ist also im Wesentlichen eine Krystallisation aus dem Zustande des Amorphismus.

Krystallisation aus dem Amorphismus. Allein auch aus dem rigiden

amorphen Zustande kann eine Substanz, ohne zuvor wieder durch Schmelzung oder Auflösung flüssig zu werden, unmittelbar in den krystallinischen Zustand übergehen. Läßt man den amorphen Schwefel unverändert liegen, so erleidet er im Laufe einiger Tage wieder eine völlige Umänderung. Es beginnt nämlich von vielen Punkten aus gleichzeitig die Kohäsionskraft in gewissen Richtungen vorherrschend zu wirken, „der Krystallismus erwacht“ wieder, die ganze Substanz nimmt wieder die gelbe Farbe, die Härte und Sprödigkeit, die Dichtigkeit und alle anderen Eigenschaften des krystallinischen Schwefels an. — Schmilzt man Arsenikblüthe und läßt man sie rasch erkalten, so wird dieselbe eine glasähnliche, völlig rigide, in ganz reinem Zustande völlig farblose Substanz von geringerer Härte und geringerer Dichtigkeit als zuvor: sie ist nun amorph. Mann nennt sie Arsenikglas. Eine solche amorphe Substanz zeigt, wenn sie zerschlagen wird, keine Spur einer Neigung in gewissen Richtungen, nach gewissen ebenen Flächen zu zerspringen, sondern im Allgemeinen bringt der Schlag eine mehr oder weniger sphärische Absonderung hervor, in Folge deren der Bruch hohle muschelige Flächen darstellt, wie ein zerschlagenes Glasstück, oder wie Pech, eine sehr bekannte völlig amorphe Substanz, zerspringt. Läßt man ein Stück solcher glasartiger, amorpher arseniger Säure eine Zeit lang an der Luft liegen, so sondern sich die äußersten Massentheilchen los, indem sich in ihnen die Kohäsionskraft in bestimmten Richtungen zu äußern beginnt: sie werden krystallinisch. Die Krystallchen, welche sich bilden, sind mikroskopisch klein. Jedes derselben wirft, wie die einzelnen Krystallchen des Schnees, das Licht in eigenen verschiedenen Richtungen von seinen Flächen zurück, und so entsteht die weiße Farbe. Für das bloße Auge ist das Stück Arsenikglas mit einem weißen Pulver bedeckt. Bald nimmt dieses Pulver so zu, daß es eine weiße Rinde darstellt; es bleibt nur noch ein Kern von amorpher Substanz, endlich verschwindet auch dieser; die ganze Masse ist krystallinisch geworden und hat dabei eine höhere Dichtigkeit angenommen, als sie im amorphen Zustande hatte. Das Arsenikglas ist schwerer in Wasser auflöslich, als die krystallinische „Arsenikblüthe.“ Ueberläßt man eine solche Auflösung von der amorphen Substanz sich selber, so erwacht der Krystallismus in derselben in dem Augenblicke, wo der Sättigungsgrad der verdunstenden Flüssigkeit so weit überschritten ist, daß die Abscheidung der arsenigen Säure erfolgen muß. In diesem Augenblicke bemerkt man an allen Punkten, wo ein krystallinisches Massentheilchen entsteht, ein vorübergehendes Leuchten. — Einen anderen interessanten Versuch kann man anstellen mit Unterschwefeligsaurem Natron. Füllt man ein Glaskölbchen — man wählt dazu ein solches mit recht weitem Halse — mit Krystallen des genannten Salzes, so bedarf es nur einer Erhitzung bis zu etwas über 56^0 Cels., damit der vollständigste Amorphismus, der Schmelzfluß, eintrete. Bei weiterem Erwärmen siedet die geschmolzene Masse. Ist dieser Punkt erreicht, so verschließt man das Glas rasch mit einem guten Korke und stellt es, damit die Abkühlung langsam vor sich gehe, auf eine Papierunterlage. Nach 1 bis 2 Stunden ist das Kölbchen sammt seinem Inhalte bis auf die Temperatur der umgebenden Luft erkaltet, dabei aber noch völlig amorph, nämlich sogar noch flüssig geblieben. Jedoch eine geringe Erschütterung, welche zur Bewegung der Massentheilchen den Anstoß geben könnte, ein Klopfen auf den Tisch, selbst die Erschütterung des Fußbodens durch Schritte, genügt, um augenblicklich die

ganze Masse des Salzes krystallinisch zu machen. Vermeidet man jede solche Erschütterung, bis daß man den Kork vorsichtig von dem Kölbchen gezogen, und taucht dann rasch die Kugel eines Thermometers in die flüssig amorphe Masse, so geht in dem Momente die Krystallisation durch die ganze Masse gleichzeitig vor sich, und es wird bei dieser Veränderung des Zustandes, welcher besonders auch mit einer Dichtigkeitsvermehrung verbunden ist, so viele Wärme frei, daß das Thermometer um 22° bis 25° Cels. steigt. — Ebenso kann man Wasser bis auf eine Temperatur abkühlen, welche den Gefrierpunkt — 0° Cels. — um 10 bis 12 Grade überschreitet, ohne daß es zu Eis wird. Sobald man aber dann die Flüssigkeit erschüttert, so krystallisirt sogleich die ganze Masse derselben und es steigt dabei die Temperatur auf 0°.

Krystallisation aus dem krystallinischen Zustande. Auch bei eingetretener Krystallisation kann durch veränderte Verhältnisse eine Veränderung in der Gruppirung der Massentheilchen, eine neue Krystallisation eintreten. Schneekrystalle, fest zusammengestampft, gehen in einen neuen Krystallisationszustand ein, indem sie großkörnig krystallinisches Eis bilden. So entsteht das Gletschereis aus dem Schnee der Hochgebirge. Gußeisen ist stets krystallinisch körnig, wie man dieses auf einem Bruche deutlich erkennt. Solches Eisen ist spröde und zu vielen Zwecken deßhalb gänzlich unbrauchbar. Schmiedeisen dagegen, welches durch vielfaches Glühen und Schmieden in einen „weichen" Zustand versetzt ist, wird seiner Zähigkeit und Dehnbarkeit wegen zu Wagenaxen und Eisenbahnschienen benutzt. In diesem Eisen ist die krystallinische Gruppirung der Massentheilchen völlig zerstört, wenn auch die Massentheilchen selber sich in krystallinischem Zustande befinden und daher das Bestreben haben, sich nach Axenrichtungen an einander zu fügen. Die Erschütterungen, welche durch das Fahren in den Wagenaxen und Bahnschienen hervorgebracht werden, haben den Erfolg, daß eine Umänderung des Gefüges mit der Zeit eintritt. Es werden jene Eisenstäbe allmählig wieder krystallinisch körnig und in Folge dessen „hart" und spröde, so daß sie plötzlich brechen können. Waren auch die Massentheilchen hier nicht in einem amorphen Zustande, so war doch ihre Anordnung nicht dem Krystallismus entsprechend, und es erfolgte, auf Anlaß der Erschütterung, eine demselben entsprechendere Gruppirung in der rigiden Masse.

Natürliche Krystalle. Alle erwähnten Entstehungsweisen von Krystallisation gehen in der Natur ohne Einfluß des Menschen („natürlich") eben so wohl, als auf seine Veranlassung („künstlich") vor sich. Nicht immer sind wir indessen im Stande, bei den natürlich vorkommenden Krystallen, den Mineralkrystallen, welche zunächst Gegenstand der mineralogischen Krystallologie sind, zu bestimmen, auf welche Weise dieselben entstanden seien. Heiße Quellen setzen einen Theil der in ihnen gelösten Substanzen ab, wenn sie an der Oberfläche der Erde erkalten. Am Ufer des Meeres scheiden sich Krystalle aus den Salzlachen, welche die Fluth hie und da zurückließ, durch die Verdunstung des Wassers ab. Heiße und kalte Gewässer durchdringen die Schichten des Erdbodens und lösen in denselben vielfach Substanzen auf, welche sie in Höhlungen und Spalten, in Drusen und Klüften wieder abgeben. Zumal diese Räume sind daher reich an den schönsten und reinsten Krystallisationen. Aus den vulkanischen Gluthherden brechen geschmolzene Gesteine als Laven hervor, welche langsam erkaltend krystallisiren. Zugleich steigen gasförmige Substanzen auf,

welche sich erkaltend als Krystalle an den Spalten- und Kraterrändern anhängen (Sublimate). Im Inneren der Erde herrschen Temperaturgrade, bei welchen ein krystallinischer Zustand der Substanzen nicht denkbar ist. Kann gleich die ungeheure Pressung einen eigentlich flüssigen Zustand, wie wir ihn auf der Oberfläche der Erde kennen, nicht zulassen, so ist doch der allgemeine Zustand des Amorphismus, in welchen die Bodenschichten in größeren Tiefen gerathen müssen, im höchsten Grade geeignet, eine Zusammengruppirung der gleichartigen Massentheilchen zu Krystallen zu vermitteln, welche eintritt, sobald eine derartige Bodenschicht wieder emporgehoben und geringerer Pressung ausgesetzt wird. Es scheint, daß der durch und durch krystallinische Zustand derjenigen Bodenschichten, welche sich, allem Anscheine nach, schon einst in großer Tiefe befanden und welche nun in Folge von Erhebungen oft gerade als Kerne und Hochgrate der Gebirge auftreten, einer solchen Umänderung zugeschrieben werden müsse. Es sind dieses die Schichten der neptunischen abnormen oder metamorphischen Formationen (Seite 47—49). In den normalen neptunischen Formationen sind im Allgemeinen Krystallisationen um so seltener, je jünger dieselben sind, und immer mehr tritt in diesen der Charakter von bloß mechanischen Sedimenten, von ungleichartigen Anhäufungen und Zusammenschwemmungen hervor.

Verschiedenheit der Krystallform nach den Umständen. Gießt man zu der Alaunlösung einige Tropfen einer Auflösung von kohlensaurem Ammoniak, kohlensaurem Kali, oder schüttet man nur ein wenig gepulverte Kreide (kohlensaure Kalkerde) hinzu, oder ebenso, wenn man Borsäure der Alaunlösung beimischt, so zeigen die Krystalle des Alauns, welche sich abscheiden, eine ganz andere Form, nämlich die eines Würfels (Fig. 825). Der Würfel ist ebenfalls ein isometrischer Körper; derselbe besitzt aber sechs Flächen, deren jede ein Quadrat ist, und welche sich in zwölf rechtwinkeligen Kanten begrenzen.

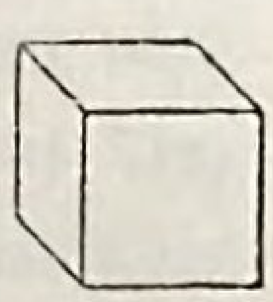


Fig. 825. Ein Alaunkrystall. Würfel.

Setzt man auf eine der Flächen des Würfels ein Messer in schiefer Richtung so, als ob man eine Ecke des Würfels ziemlich gleichmäßig abschneiden wolle, und schlägt man sodann auf das Messer, so springt mit ziemlicher Leichtigkeit die Ecke ab, und zwar, bei richtig geführtem Schlage, mit solcher Regelmäßigkeit, daß sie eine sehr nette dreiseitige und ganz gleichseitige Pyramide darstellt. Man kann diese Spaltung an allen acht Ecken des Würfels wiederholen und diese dadurch abstumpfen, und erhält so acht dreieckige Abstumpfungsflächen, während die zuvor quadratischen Würfelflächen nur noch als ungleichseitig achteckige Flächen zurückbleiben (Fig. 826). Macht man die Abstumpfung stärker, so nehmen die Abstumpfungsflächen an Größe zu, begrenzen sich dabei gegenseitig und werden, da ihre Begrenzungslinien neue Kanten bilden, ungleichseitig sechseckig, während die Würfelflächen immer mehr verkleinert wieder quadratisch werden, jedoch so, daß von den ursprünglichen Quadratseiten nichts mehr übrig geblieben ist, vielmehr die durch die Abstumpfungsflächen hervorgerufenen Kanten, welche den Diagonalen der ursprünglichen Würfelquadrate parallel sind, nunmehr die Seiten der neuen Quadrate bilden (Fig. 827). Bei noch stärkerer Fortsetzung der Abstumpfung werden die Kanten, in welchen die

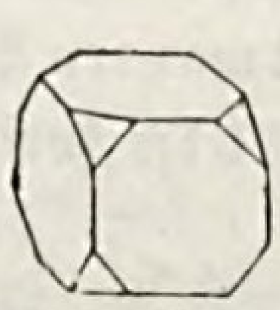


Fig. 826.

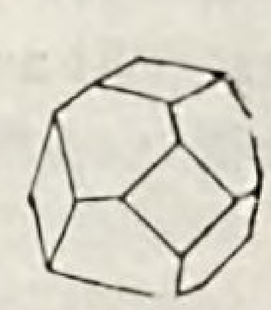


Fig. 827.

Fig. 826. Ein Alaunkrystall. Würfel mit abgestumpften Ecken.
Fig. 827. Würfel mit abgestumpften Ecken.

Abstumpfungsflächen sich unter einander begrenzen, immer länger, während die Würfelflächen mehr und mehr verkleinert werden. Man erkennt nun schon, daß die acht Abstumpfungsflächen eine solche Neigung gegen einander haben, wie die Oktaederflächen (Fig. 828). Eine Messung der Kantenwinkel beweist dieses vollends, * und setzt man die Abstumpfung so lange fort, bis die Würfelflächen völlig verschwinden, so erhält man wirklich wieder ein reines Oktaeder (Fig. 824), ja schon vorher erscheint der durch die Spaltung erhaltene Krystallkern als ein Oktaeder, dessen Ecken durch die Ueberreste der Würfelflächen abgestumpft wären. Es geht hieraus ein merkwürdiges Verhältniß des Alaunwürfels zum Alaunoktaeder hervor; die Axen, welche die Gipfel

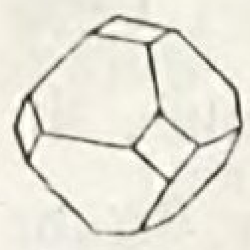


Fig. 828. Würfel mit abgestumpften Ecken.

* Um Winkel zu messen, bedient man sich mehrerer verschiedener Instrumente, welche man Winkelmesser oder Goniometer nennt. Das einfachste ist das sogenannte Anlegegoniometer, von Haüy erfunden. Dasselbe besteht aus zweien Linealen (Fig. 829, 1), welche bei a beweglich und verschiebbar vereinigt sind und einem Gradbogen (2), auf dessen Diameter die beiden Lineale vermittelst des Stiftes, welcher ihren Drehpunkt bildet, eingefügt werden können. Nachdem man die beiden Lineale möglichst genau an die beiden Flächen der Kante, deren Winkel man messen will, angelegt hat, liest man von dem Gradbogen die Gradzahl des Winkels ab, um welchen die Lineale geöffnet sind. Da dieses Verfahren nicht so genaue Resultate zu liefern im Stande ist, als man oft zu erhalten wünschen muß, so hat Wollaston ein genaueres Instrument erfunden: das Reflexionsgoniometer (Fig. 830), mit dessen Hülfe man selbst an den kleinsten Krystallen, ja, weil diese meistens die glattesten Flächen besitzen, gerade an solchen vorzugsweise, die Kantenwinkel mißt durch Benutzung der Spiegelung oder Reflexion. Es ist cd ein Gestell von Metall, solide gearbeitet; durch den auf diesem stehenden Träger läuft drehbar die horizontale Axe des metallenen Ringes ab, dessen Umfang in zweimal 180 Grade eingetheilt ist. Die gezähnelte Scheibe f dient, um Axe und Ring beliebig zu drehen. Die Axe ist durchbohrt und eine andere Axe durch dieselbe gelegt, deren selbstständige Drehung durch die Stellscheibe g bewirkt werden kann, während sie andererseits auch mit der Axe des Gradringes gemeinsam drehbar ist. Diese innere Axe trägt am anderen Ende bei h mit einem auf- und nieder beweglichen Scharniere einen Bügel, dessen andere Hälfte um den Stift i seitlich drehbar ist. Durch die drehbare Hälfte des Bügels läuft eine besondere Axe, welche durch die Stellscheibe n gedreht wird, und diese Axe trägt bei o ein Plättchen, welches senkrecht gegen die Ebene des Gradringes steht. Befestigt man mit Klebwachs einen kleinen Krystall auf diesem Plättchen, und stellt und dreht man den Bügel und die kleine Axe so, daß die Kante des Krystalls, welche man messen will, parallel ist mit der horizontalen Axe des Gradkreises, läßt man sodann irgend eine möglichst ferne horizontale Linie, z. B. die First eines gegenüber liegenden Daches, sich in der einen der beiden Flächen, welche die betreffende Kante bilden, spiegeln und dreht man sodann die Axe des Gradringes nebst der inneren Axe gemeinsam so weit, daß die nämliche Linie von der anderen Fläche gespiegelt wird, so kann man an dem unbeweglichen Zeiger p, welcher an dem Träger des Instrumentes befestigt ist, den Unterschied der ersten und der zweiten Stellung in Graden ablesen. Der so erhaltene Winkel muß von 360° subtrahirt werden, um dann als Rest den eigentlichen Kantenwinkel, welchen man suchte, zu erhalten. Diese Messung liefert ein sehr genaues Resultat. In noch höherem Grade erreicht man Genauigkeit durch das Reflexionsgoniometer von Babinet (Fig. 831).

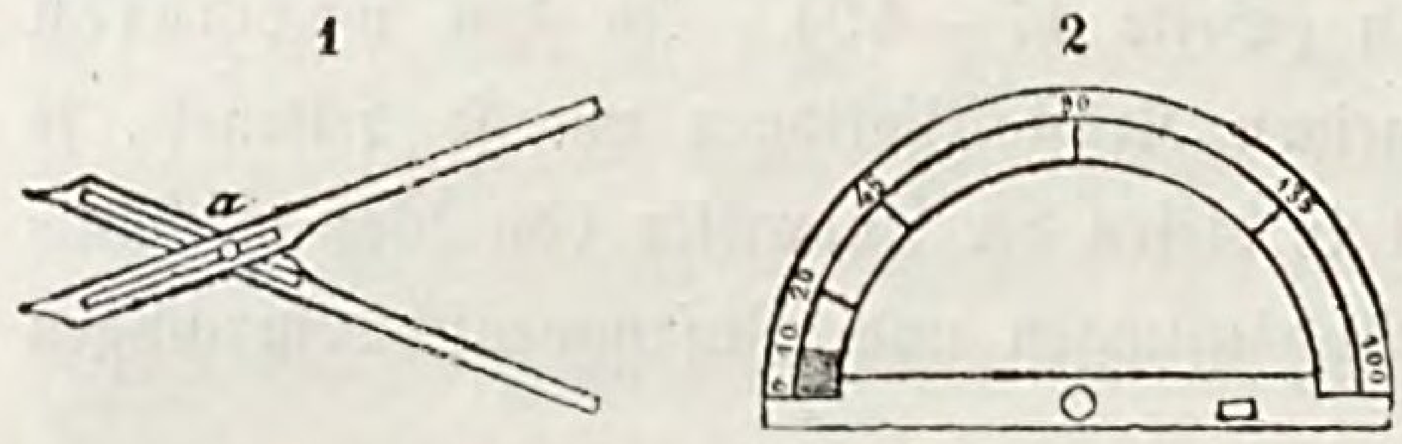


Fig. 829. Das Haüy'sche Anlegegoniometer.

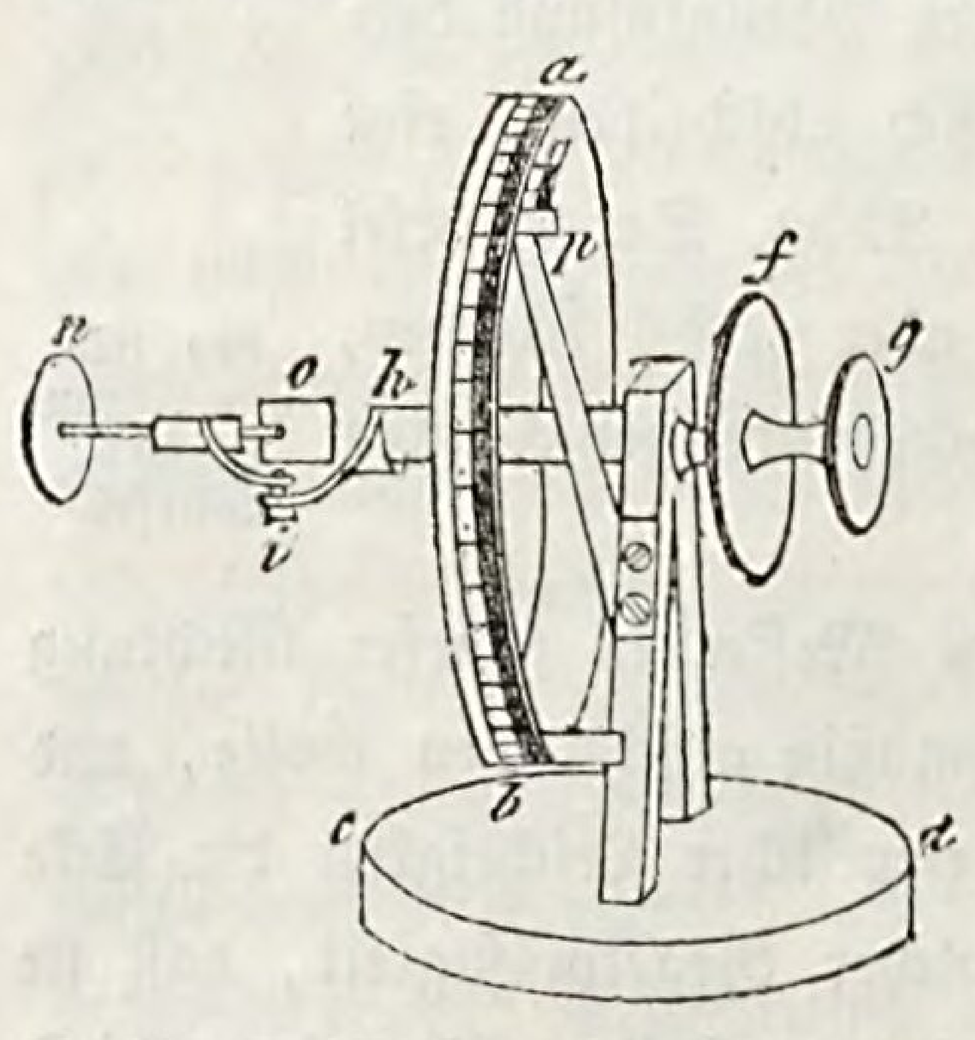


Fig. 830. Das Reflexionsgoniometer von Wollaston.

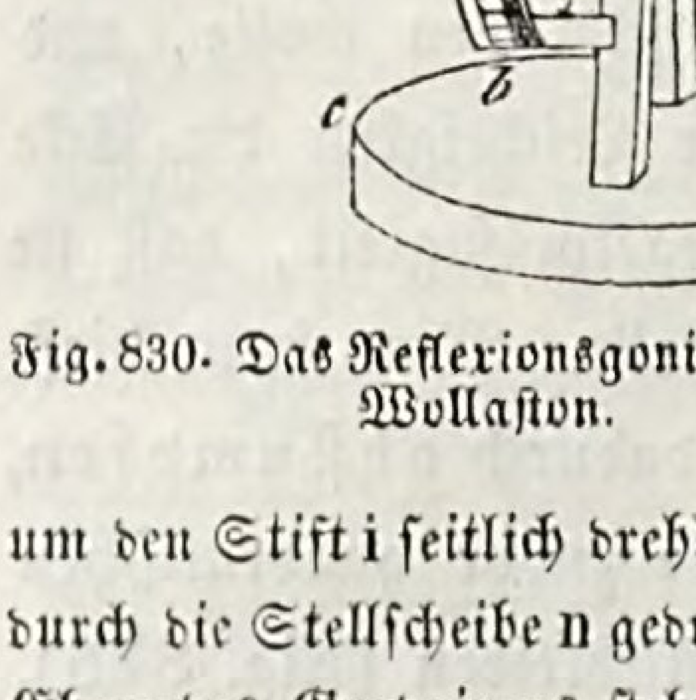


Fig. 831. Das Reflexionsgoniometer von Babinet.

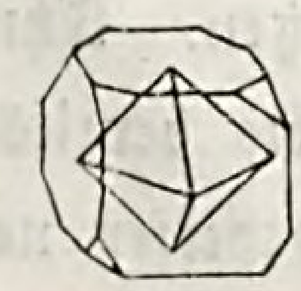


Fig. 832. Ein Würfel mit „Oktaederflächen“, welche als Abstumpfungsflächen der Würfelecken erscheinen; ein Oktaeder ist in den Würfel gezeichnet, um die Beziehung beider Formen zu einander klar zu machen.

des Oktaeders verbinden, treffen offenbar die Mittelpunkte der Würfelflächen: „die Gipfel- oder Eckenaxen des Oktaeders sind die Flächenaxen des Würfels“. Dagegen die Axen, welche man sich paarweise die gegenüberliegenden Ecken des Würfels verbindend denken könnte, treffen die Mittelpunkte der Oktaederflächen: „die Eckenaxen des Würfels sind die Flächenaxen des Oktaeders“. Man kann sich somit das Oktaeder in einer regelmäßigen Weise gleichsam im Würfel steckend denken (Fig. 832). Da die Abstumpfungsflächen der Würfelecken sich den Oktaederflächen parallel erweisen, da sie ferner offenbar die nämliche Neigung zu einander besitzen, wie die Oktaederflächen, so kann man ihnen auch diesen Namen geben, um damit um so besser die gegenseitige Beziehung des Oktaeders und Würfels zu einander zu bezeichnen.

Denkt man sich, daß bei der Bildung eines Krystalles, während stets neue Massentheilchen gleichmäßig sich auf die Oktaederflächen lagern, zuerst sämmtliche Gipfel entblößt bleiben, so müssen dadurch die ersten Spuren von Würfelflächen entstehen. Lagern sich sodann immer neue Schichten auf den Oktaederflächen ab, welche stets um dasselbe Maß, um welches die Flächen erhöht werden, sich von den Axen des Oktaeders zurückziehen, so muß auf jeder Oktaederfläche anfangs sechsseitiger, später wieder dreiseitiger Aufsatz entstehen, welcher erst eine abgestumpfte und endlich eine vollständige Würfelecke bildet. In der That, wenn man ein Alaunoktaeder in eine Alaunlösung bringt, aus welcher Alaunwürfel sich absetzen, so häufen sich die Massentheilchen ganz in dieser Weise auf den Oktaederflächen an und stellen nach einander Formen wie Fig. 828, 827, 826, und endlich vollständige Würfel dar, und wenn man etwa das in die Lösung gelegte Oktaeder zuvor mit Karminpulver eingerieben hatte, so sieht man dasselbe ganz ähnlich, wie in der Fig. 832 innerhalb des würfelförmigen Krystalls.

Läßt man Alaun aus einer Lösung auskrystallisiren, welcher man einige Tropfen Salpetersäure zugesetzt hat, so zeigen sich Krystalle, welche zwischen Würfeln und Oktaedern ziemlich die Mitte halten, indem man diagonalquadratische Würfelflächen als Abstumpfungsflächen des Oktaeders an denselben bemerkt, welche so groß sind, daß sie sich mit den Ecken gerade berühren. Da man diese Mittelformen mit gleichem Rechte zum Würfel (Cubus) und zum Oktaeder zählen könnte, so hat man sie Cubooktaeder genannt. Sie stehen in der Mitte zwischen Fig. 826 und 827.

In einem verschlossenen Gefäße, welches das Entweichen des Wasserdampfes verhindert, ist man bekanntlich im Stande, Wasser über den Siedepunkt hinaus zu

Hier hält man die Axe des Instrumentes beliebig mit der Hand. Auf einer für sich drehbaren Scheibe auf dem Ende dieser Axe ist der Krystall mit Wachs befestigt. Auf dem Gradkreise befindet sich ein feststehendes Sehrohr a, und auf einem zweiten drehbaren Kreise ein anderes Sehrohr b. In jedem der Sehrohre befindet sich ein Fadenkreuz. Nachdem man die beiden Fadenkreuze in genau gleichartige Lage gebracht hat, so daß je der eine Faden mit der Axe des Instrumentes parallel ist, und auch den Krystall so gestellt hat, daß die Kante, welche man messen will, mit der Richtung dieser Fäden übereinstimmt, so verhindert man durch Schirme, daß irgend anderes Licht auf den Krystall fällt, als durch das eine der Sehrohre. Dadurch wird das Fadenkreuz dieses Sehrohres von der getroffenen Krystallfläche reflektirt, und man nimmt diese Reflexion durch das andere Sehrohr wahr. Dreht man sodann die Axe mit dem einen Sehrohre so weit, bis die benachbarte Fläche des Krystalls dieselbe Reflexion zeigt, so kann man an dem Gradkreise mit Hülfe des Zeigers c den Drehungswinkel ablesen.

erhitzen. Thut man dieses mit einer Alaunlösung, welche bei gewöhnlichem Siedepunkte bereits gesättigt ist, und setzt man noch neuen Alaun hinzu, so wird nun auch dieser noch aufgelöst, indem die Auflösungsfähigkeit des Wassers mit der Temperatur zunimmt. Läßt man aus solch einer bei höherer Temperatur gesättigten Alaunlösung den Alaun durch Erkalten auskrystallisiren, so erhält man Xlle * je nach dem Sättigungsgrade von zwei neuen verschiedenen Formen.

Die erste dieser Formen besitzt zwölf rautenförmige Flächen, welche unter sich völlig gleichartig sind. Je drei Rauten stoßen mit ihren stumpfen Winkeln zusammen und bilden so acht stumpfe dreiflächige Ecken; je vier Rauten stoßen mit den spitzen Winkeln zusammen und bilden so sechs spitze vierflächige Ecken. Man nennt diese Form einen Rautenzwölfflächner oder ein Rhombendodekaeder (Fig. 833). Dasselbe ist ebenfalls ein isometrischer Körper; die Axen, welche man sich durch je zwei gegenüberliegende vierflächige Ecken gezogen denkt, sind unter sich ganz genau gleich und schneiden sich im Mittelpunkte unter rechten Winkeln. Setzt man das Messer so auf eine Rautenfläche, daß man einen stumpfen Winkel in der Richtung gegen die stumpfe dreiflächige Ecke abzuschneiden sucht, so springt vor dem Schlage die genannte Ecke als eine flache dreiseitige Pyramide ab, und es entsteht eine dreieckige Abstumpfungsfläche. Wiederholt man dieses in Bezug auf alle stumpfen Ecken, so erhält man acht dreieckige Abstumpfungsflächen, während die Rautenflächen nunmehr als ungleichseitige Sechsecke erscheinen (Fig. 834). Jene acht Abstumpfungsflächen sind wieder Oktaederflächen; man findet durch Winkelmessung, daß sie genau die nämliche Neigung gegen einander besitzen, wie die Flächen des isometrischen Oktaeders, und wenn man sie durch weitere Spaltung vergrößert, so erkennt man bald die allgemeine Form des Oktaeders (Fig. 835). Es erscheint der Körper dann als ein Oktaeder, dessen Kanten (vier obere pyramidale und vier untere pyramidale und vier horizontale oder randliche, also zusammen zwölf) gleichmäßig abgestumpft sind. Man kann sich daher so ausdrücken, daß man sagt, die Rhombendodekaederflächen seien die Abstumpfungsflächen der Oktaederkanten, ebenso wie wir die Würfelflächen als Abstumpfungsflächen der Oktaederecken kennen lernten. Hienach wüßten wir sogleich auch das Verhältniß des Rhombendodekaeders zum Würfel zu finden. Denn da die Oktaederflächen die Abstumpfungsflächen der Würfelecken sind (Fig. 826), so müssen offenbar die Axen, welche die stumpfen dreiflächigen Rhombendodekaederecken verbinden, ebenfalls den Flächenaxen des Oktaeders und somit den Eckenaxen des Würfels entsprechen, und diejenigen Axen, welche die vierflächigen Rhombendodekaederecken verbinden, sind die Eckenaxen des Oktaeders und die Flächenaxen des Würfels. Somit müssen wir Würfelflächen erhalten, wenn wir die vierflächigen Rhombendodekaederecken gleichmäßig, nämlich rechtwinklig gegen die Axen, abstumpfen, und in der That erhalten wir auf diese Weise (Fig. 836) sechs Flächen, welche gegen einander ganz das rechtwinkelige Neigungs-

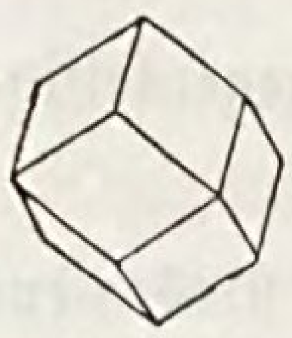
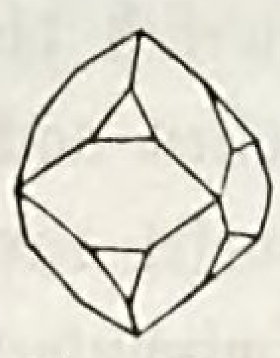


Fig. 833. Ein Alaunxll. Rhombendodekaeder.



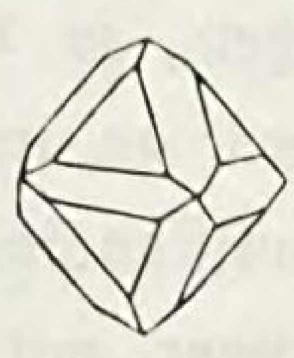


Fig. 834. Fig. 835.

Fig. 834. Ein Rhombendodekaeder mit acht dreieckigen Abstumpfungsflächen, welche durch Abstumpfung der stumpfen, dreiflächigen Rhombendodekaederecken entstanden sind.

Fig. 835. Ein Rhombendodekaeder mit abgestumpften stumpfen Ecken = Oktaeder mit abgestumpften Kanten.

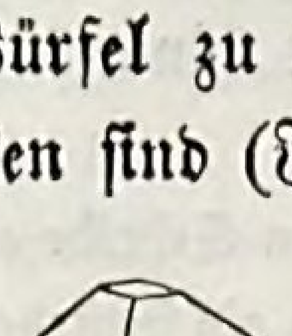


Fig. 836. Ein Rhombendodekaeder mit abgestumpften vierflächigen Ecken; die Abstumpfungsflächen sind Würfelflächen.

* Der Abkürzung wegen schreibt man für Krystall = Xll, also auch für krystallisiren = xllisiren.

verhältniß der sechs Würfelflächen besitzen, und welche wir somit Würfelflächen nennen können. Verstärken wir die Abstumpfung, so erkennen wir bald den Typus des Würfels (Fig. 837) und überzeugen uns, daß die Würfelflächen die Abstumpfungsflächen der vierflächigen Rhombendodekaederecken, und ebenso, daß die Rhombendodekaederflächen die Abstumpfungsflächen der Würfelkanten sind.

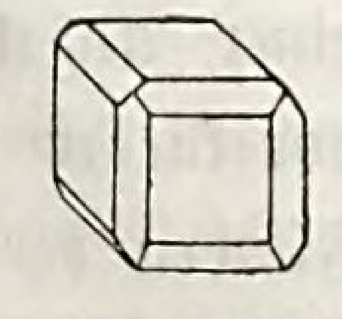


Fig. 837. Ein Rhombendodekaeder mit großen Würfelflächen = Würfel mit abgestumpften Kanten.

Die zweite der Formen, welche aus einer bei höherer Temperatur gesättigten Alaunlösung auskrystallisiren, besitzt vierundzwanzig gleichartige trapezförmige, d. h. unregelmäßig viereckige Flächen. Je drei Trapeze treffen in acht stumpfen Ecken mit stumpfen Winkeln zusammen, und je vier in sechs ebenfalls stumpfen Ecken mit spitzen Winkeln und je vier gleichartigen Kanten, endlich je vier in zwölf ebenfalls stumpfen Ecken mit zweierlei ungleichen Kanten. Man nennt diese Form einen Vierundzwanzigtrapezflächner oder ein Trapezoeder (Fig. 838). Setzt man auf eine der Trapezoederflächen das Messer so, daß man den stumpfesten Winkel derselben gleichschenklig abschneidet, und führt man einen Schlag ganz flach gegen die stumpfe dreiflächige Ecke, an deren Bildung eben jener Winkel Theil nimmt, so springt die Ecke als flache dreiseitige Pyramide ab, und es zeigt sich eine dreieckige Abstumpfungsfläche. Diese Veränderung läßt sich an allen acht gleichartigen Ecken wiederholen und die so entstehenden acht Flächen haben gegen einander die Neigung der Oktaederflächen (Fig. 839). Hienach erkennt man bald, daß diejenigen Eckenaxen des Trapezoeders, welche die so eben abgestumpften dreiflächigen Ecken verbinden, den Flächenaxen des Oktaeders entsprechen; diejenigen Eckenaxen dagegen, welche die gleichkantigen vierflächigen Ecken des Trapezoeders verbinden, sind die Eckenaxen des Oktaeders und somit die Flächenaxen des Würfels. Man wird hienach Würfelflächen erhalten müssen, wenn man die sechs gleichkantigen vierflächigen Ecken des Trapezoeders gleichmäßig, d. h. rechtwinklig gegen die Axen, abstumpfen würde. Durch Spaltung kann man diese Abstumpfung nun freilich beim Alaunkrystalle nicht ausführen, da die Alaunkrystalle nur parallel den Oktaederflächen spaltbar sind. Durch Abschleifung kann man sich dagegen von der Richtigkeit jener Vermuthung überzeugen (Fig. 840), denn man erhält wirklich sechs Flächen, welche, ganz wie die Würfelflächen, rechtwinklig gegen einander geneigt sind, und vergrößert man diese Flächen so sehr, daß von den Trapezoederflächen nur geringe Ueberreste bleiben, so sieht man, daß man umgekehrt an einem Würfel die Trapezoederflächen würde hervorbringen können, wenn man an allen Ecken des Würfels, anstatt je eine einzige Abstumpfungsfläche, die Oktaederfläche, hervorzubringen, von jeder der drei Flächen, welche die Würfelecke bilden, eine etwas geneigte Fläche anbrächte, wodurch somit eine neue dreiflächige, aber stumpfere Ecke entstände, welche eine der dreiflächigen Trapezoederecken sein würde (Fig. 841).

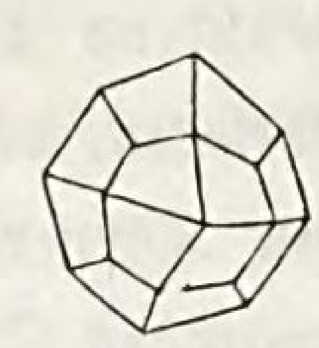


Fig. 838.

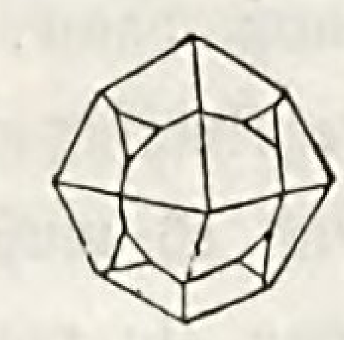


Fig. 839.

Fig. 838. Ein Alaunkrystall. Trapezoeder.

Fig. 839. Ein Trapezoeder mit acht Abstumpfungsflächen der dreiflächigen Ecken; die Abstumpfungsflächen sind Oktaederflächen.

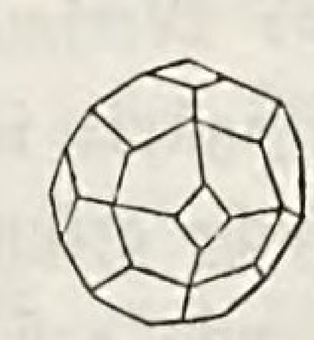


Fig. 840.

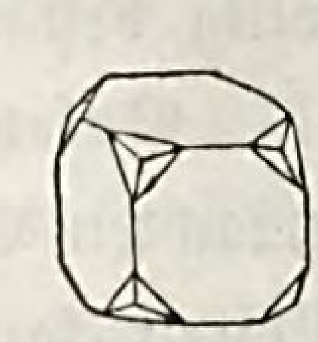


Fig. 841.

Fig. 840. Ein Trapezoeder mit abgestumpften gleichkantigen vierflächigen Ecken; die Abstumpfungsflächen sind Würfelflächen.

Fig. 841. Ein Trapezoeder mit sehr großen Abstumpfungsflächen (Würfelflächen) = Würfel mit dreiflächig von den Flächen aus zugespitzten Ecken.

Beständigkeit der Neigungswinkel. Wir haben den Alaun nunmehr in

einer Anzahl verschiedener Xllformen, als Oktaeder, als Würfel, als Rhombendodekaeder und als Trapezoeder kennen gelernt, und haben gesehen, wie oft die Flächen der einen Form neben denen der andern Form vorkommen. Wir haben gefunden, daß die bestimmte Neigung, welche die Flächen gegen einander haben, uns die Anweisung gibt, die Form, welcher letztere angehören, auch dann zu erkennen, wenn die betreffenden Flächen sich nicht ausschließlich vorfinden, ja, wenn sie durch andere Flächen, welche die von ihnen gebildeten Kanten oder Ecken abstumpfen oder anderweitig verändern, nicht allein in ihrer Flächengestalt ganz verändert, sondern auch ganz von einander gesondert erscheinen. Legt man ein Alaunoktaeder, auf einer seiner Flächen ruhend, in eine Lösung, aus welcher Alaun sich oktaedrisch abscheidet, so wird neue Alaunmasse sich auf allen Flächen absetzen, welche frei sind, nicht aber auf der Fläche, auf welcher der Xlle ruht. Dadurch muß dann, während die anderen Flächen sich regelmäßig erhöhen und sich dabei regelmäßig ausdehnen, die letztere Fläche unverhältnißmäßig in ihrem Umfange wachsen, und es muß ein Körper entstehen, etwa von der Form, welche man erhält, wenn man ein regelmäßiges Oktaeder parallel einer Oktaederfläche mitten durchspaltet. Ein solcher Körper steht dann dem regelmäßigen Oktaeder (Fig. 824) nicht mehr ähnlich; die Flächen sind, bis auf eine, nicht mehr gleichseitige Dreiecke, sondern der einzigen gleichseitig dreieckigen liegt gegenüber die Fläche, auf welcher der Xll ruhte und welche nunmehr einen sechseckigen Umriß zeigt, während die anderen sechs Flächen des Oktaeders theils als gleichschenklige Dreiecke, theils als Trapeze erscheinen. Mißt man aber einen solchen ganz verzerrten Xll mit Hülfe des Goniometers, so findet man die Kantenwinkel, in welchen alle jene acht unregelmäßigen Flächen mit einander in Berührung treten = 109° 28′ 16″, und man erkennt hieraus die Bedeutung der Flächen.

Beständigkeit der Spaltungsrichtungen. Selbst eine krystallinisch körnige Masse zerbricht beim Zerschlagen mehr oder weniger deutlich nach regelmäßigen Richtungen und es gelingt bei grobkörniger Beschaffenheit ziemlich leicht, die Bruchstücke in bestimmten Richtungen zu spalten und so Flächen an denselben darzustellen, welche eben wieder genau die Neigung der Oktaederflächen zu einander besitzen. Dieses Neigungsverhältniß, welches, wie wir gesehen haben, das nothwendige Ergebniß der Verhältnisse der ursprünglichen Kohäsionsaxen ist, kann als das einzige völlig beständige Merkmal der Xlle angesehen werden.

Gesetzmäßigkeit in den Variationen der Xllform. Wir haben durch die gemachten Versuche gefunden, daß eine und dieselbe Substanz in verschiedenen Formen xllisiren kann, und daß theils die Temperaturverschiedenheiten, theils die Sättigungsgrade der Auflösung, theils andere Substanzen, welche in der nämlichen Auflösung anwesend sind, einen solchen Einfluß äußern, daß bald die eine, bald die andere Form mehr oder weniger vorherrschend ausgebildet wird. Es stehen aber alle vorkommenden Formen in einer merkwürdigen Beziehung zu einander; es bleibt bei allen das nämliche Verhältniß der ursprünglichen Axen zu einander, sowohl was die Richtung, als auch was die relative Länge anbetrifft, indem jede Veränderung, welche die absolute Länge der einen Axe betrifft, auch gleichzeitig sämmtliche andere Axen betrifft. Ueberhaupt finden wir, daß die relativen Veränderungen, welche mit einer Form vorgehen müssen, damit eine der andern vorkommenden Formen

entstehe, allemal alle gleichartigen Theile, Axen, Ecken, Kanten und Flächen, vollkommen gleichartig treffen. Die relative Lage aller Flächen einer Form zu den Axen derselben ist daher eine eben so regelmäßige, als die Lage der gleichen Flächen zu den Axen einer der anderen Formen, und die Spaltungsrichtungen parallel den Flächen des Oktaeders sind deßhalb aus der Lage der Axen jeder beliebigen der andern Formen leicht aufzufinden. So einfach ist die Regelmäßigkeit der Körperformen im Mineralreiche. Jedes Mineral besitzt seine eigenthümlichen Xllformen, geometrische Polyeder, welche mit einander in ganz bestimmtem mathematischen Zusammenhange stehen und somit durch Rechnung aus einander ableitbar sind, und welche sich insbesondere sämmtlich auf eine gemeinsame „Grundform“ zurückführen lassen, nach deren Flächen die ganze Masse des Minerals in einem mehr oder minder vollkommenen Grade durch und durch spaltbar ist. Nicht alle Xllformen lassen sich freilich auf ein so einfaches Verhältniß der Kohäsionsaxen — Xllisationsaxen der Grundform — zurückführen, wie der Alaun; vielmehr beobachtet man sechs verschiedene derartige Verhältnisse, und es sind eben diese die Grundlage der Eintheilung der sämmtlichen Xlle des Mineralreiches in sechs Systeme (Seite 1071).

Beständigkeit des Krystallisationensystemes. Der Alaun gehört zum isometrischen Systeme; wir finden nie Xlle desselben, deren Flächen eine Neigung zu einander besäßen, welche nicht einem isometrischen Axenverhältnisse entspräche. Würden aus der Alaunlösung Xlle sich abscheiden, welche nach der Neigung ihrer Flächen obigem Systeme nicht angehörten, so würde dieses ein sicherer Beweis sein, daß die Lösung außer dem Alaun noch eine andere Substanz enthalten hätte; denn jene Xlle könnten nicht Alaunxlle sein. Da es aber viele Substanzen gibt, welche, wie der Alaun, isometrisch xllisiren, so wäre es andererseits sehr wohl möglich, daß mit dem Alaun andere isometrische Xlle sich aus der Lösung abschieden, welche keineswegs Alaun wären; man hätte eben nur die eine Gewißheit, daß die gebildeten Xlle einer isometrisch xllisirenden Substanz angehören. Da man nun weiß, daß eine und dieselbe Substanz in der Regel stets in dem nämlichen Systeme xllisirt, so ist man durch Untersuchung der Xllform einer Substanz wenigstens schon gegen viele, ohne solche mögliche, Verwechslungen geschützt, und es bedarf nur einiger weiterer Untersuchungen, um zu voller Sicherheit zu gelangen.

Dimorphismus und Trimorphismus. Es scheint, daß der Einfluß der Temperatur, bei welcher eine Substanz xllisirt, oder anderer Umstände, deren Ergründung bislang noch nicht gelungen ist, mitunter so weit gehen kann, daß das Verhältniß der Krystallisationsaxen einer Substanz ein anderes wird, als gewöhnlich, indem theils die relative Länge der verschiedenen Axen, theils auch die gegenseitige Stellung derselben sich ändert. Kupfer, welches aus einer Auflösung, in welcher es enthalten ist (z. B. Kupfervitriol in Wasser gelöst), auf einer Eisenplatte sich ausscheidet, xllisirt im isometrischen Systeme. Läßt man dagegen dasselbe Metall aus einem Schmelzfluße xllisiren, so bilden sich Xlle, deren Axenverhältniß nicht mehr isometrisch ist, sondern mit dem Verhältnisse des orthorhombischen Systemes übereinstimmt. Das Antimonoxyd kommt als Antimonblüthe orthorhombisch xllisirt vor; dagegen xllisirt es durch Sublimation isometrisch. Ebenso die arsenige Säure, welche als Arsenikblüthe orthorhombisch xllisirt gefunden wird, während man sie durch Sublimation isometrisch erhält. Das Kochsalz xllisirt aus Salz-

soolen isometrisch, aus dem Schmelzfluße dagegen orthorhombisch. Der Kohlenstoff bildet isometrisch krystallisirt den Demant, hexagonal krystallisirt dagegen den Graphit. Das Kupferoxydul kommt isometrisch als Rothkupfererz, hexagonal als Kupferblüthe vor. Das Schwefeleisen bildet isometrisch krystallisirt den Eisenkies, orthorhombisch dagegen den Strahlkies. Wir werden den Schwefel aus einer verdunstenden Auflösung in Schwefelkohlenstoff orthorhombisch krystallisiren sehen, wie man denselben auch in den Bodenschichten antrifft; dagegen krystallisirt der Schwefel aus dem Schmelzflusse über 100° Cels. erhitzt, stets klinorhombisch, bei niederen Temperaturen aber meistens orthorhombisch. Der Kalkspath und Arragonit, der Orthoklas- und Klinoklasfeldspath sind andere Beispiele einer solchen Zwiegestaltigkeit, oder vielmehr Zweifältigkeit der Grundaxenverhältnisse, welche man mit dem Ausdrucke Dimorphismus bezeichnet. Indessen sind dimorphe Substanzen bis jetzt im Ganzen ziemlich wenig beobachtet worden. Einzig bietet die Titansäure ein Beispiel einer trimorphen Substanz, indem sie als Rutil quadratisch krystallisirt, als Brookit orthorhombisch und als Anatas quadratisch, aber mit Axenverhältnissen, welche mit denen des Rutils nicht vereinbar sind. Die Grenzen der Bedingungen, unter welchen die eine oder die andere Form jener Dimorphieen gebildet werden und bestehen kann, scheinen in einigen Fällen ziemlich ausgedehnt zu sein, in andern dagegen sind sie eng gezogen und werden leicht überschritten, worauf dann eine Umänderung in der Gruppirung der Massentheilchen erfolgt, in der Weise, daß sie der Form entspricht, deren Bedingungen nunmehr eingetreten sind. Häufig wird dabei die frühere Form völlig zerstört. Der orthorhombische Arragonit gibt hievon ein merkwürdiges Beispiel. Erhitzt man denselben bis zur Rothglühhitze, so sieht man mit bloßem Auge eine lebhafte Bewegung in demselben vorgehen, er „wird lebendig", bläht sich und zerfällt zu einem Häufchen weißer, pulveriger Körperchen, welche unter dem Mikroskope leicht als die Grundform des hexagonalen Kalkspathes erkannt werden. So zerfallen viele andere Substanzen, wenn sie veranlaßt waren, in ungewöhnlichen Formen zu krystallisiren, schon von selber bei gewöhnlicher Temperatur. Kochsalz aus dem Schmelzflusse orthorhombisch krystallisirt, erfüllt sich gleich nachher mit Rissen und Sprüngen, welche die Blätterdurchgänge der isometrischen Kochsalzkrystallisation darstellen. Die aus dem Schmelzflusse erhaltenen klinorhombischen Schwefelkrystalle sind anfangs klar, werden aber bald trübe und nehmen zugleich eine weißlich gelbe Färbung an. Allmählig verlieren sie ihre frühere klinorhombische Spaltbarkeit und nehmen dagegen eine orthorhombische Spaltbarkeit an, ohne daß ihre äußere Form sich deßhalb ändert. —

Formenreihe des isometrischen Systemes. Nicht alle Substanzen, welche im isometrischen Systeme krystallisiren, finden sich in einer der wenigen Formen, in welchen wir den Alaun kennen gelernt haben, sondern es ist die Zahl der möglichen Formen sehr groß. Es gibt eben zunächst nur eine Beschränkung dieser Möglichkeit, welche man in der Natur nie überschritten findet und welche eben in der Gleichartigkeit der Axen, in der Isometrie selbst, ihren Grund hat; dieselbe haben wir bereits beim Alaun entdeckt: gleichartige Theile einer Krystallform — Axen, Ecken, Kanten, Flächen — können nie anders, als auf gleichartige Weise von den Veränderungen betroffen werden. Man nennt dieses

„Gesetz“ auch wohl kurzweg das Gesetz der Symmetrie. Versuchen wir nun, die im isometrischen Systeme nach dem Gesetze der Symmetrie möglichen Allformen zu finden. Wir dürfen dabei von irgend einer beliebigen isometrischen Form ausgehen; da wir mit derselben Leichtigkeit eine jede aus jeder andern ableiten können.

Der Würfel (Fig. 842) kann erleiden:

1) Abstumpfung der sämmtlichen Kanten, indem jede Kante durch eine Fläche ersetzt wird, die gegen jede der beiden Flächen, welche zuvor die Kante bildeten, die nämliche Neigung besitzen muß (Fig. 843). Die Abstumpfungsflächen sind Rhombendodekaederflächen,* seien sie nun geringer oder größer als die Würfelflächen (Fig. 844). Werden die Würfelflächen ganz verdrängt, so entsteht das reine Rhombendodekaeder (Fig. 845).

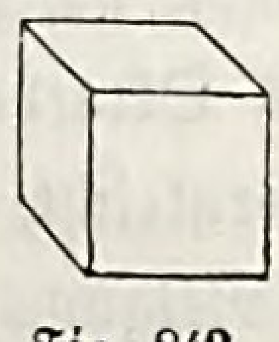


Fig. 842. Der Würfel. W.

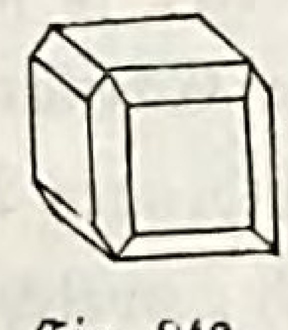


Fig. 843. Der Würfel mit abgestumpften Kanten (Rhombendodekaederflächen). W + RD.



Fig. 844. Der Würfel mit abgestumpften Kanten (Rhombendodekaederflächen). W + RD.

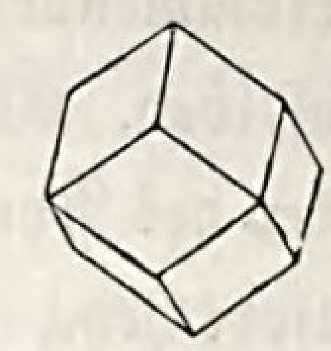


Fig. 845. Das Rhombendodekaeder. RD.

2) Zuschärfung der Kanten, indem jede Kante durch zwei Flächen ersetzt wird, welche eine neue, stumpfere Kante darstellen. Diese Zuschärfungsflächen lassen von jeder Würfelfläche nur ein größeres (Fig. 846) oder geringeres (Fig. 847) Quadrat zurück, oder, wenn sie diese gänzlich verdrängen, so bilden sie, sich unter einander auf jeder Seite des Würfels in vier Kanten schneidend, eine flache vierseitige Pyramide an der Stelle der Würfelflächen (Fig. 848). Die so entstandene Form besitzt demnach sechsmal vier, zu je vieren in einer Pyramide vereinigte, Flächen. Man nennt sie den Pyramidenwürfel (PW). Uebrigens ist es leicht einzusehen, daß mehrere verschiedene Pyramidenwürfel möglich sind, indem die Zuschärfungsflächen gegen einander eine verschiedene Neigung haben können, so daß stumpfere oder minder stumpfe Pyramiden daraus hervorgehen.

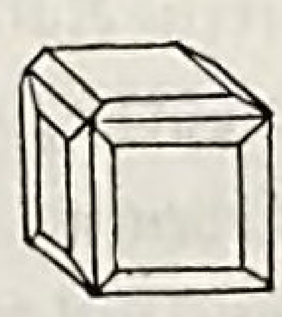


Fig. 846. Der Würfel mit zugeschärften Kanten. W + PW.

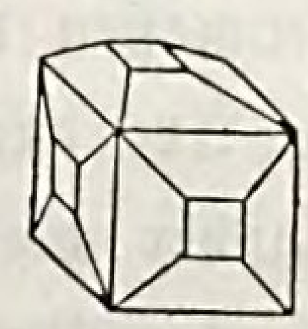


Fig. 847. Der Würfel mit zugeschärften Kanten. W + PW.

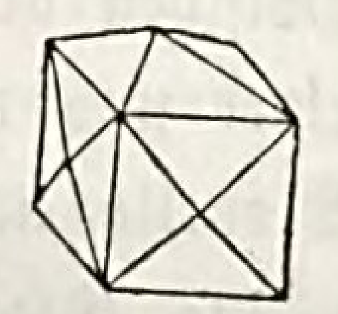


Fig. 848. Der Pyramidenwürfel. PW.

3) Abstumpfung der Ecken, indem jede Ecke durch eine Fläche ersetzt wird. Diese Veränderung führt zum Oktaeder (Fig. 849 — 852).



Fig. 849. Der Würfel mit abgestumpften Ecken. W + O.

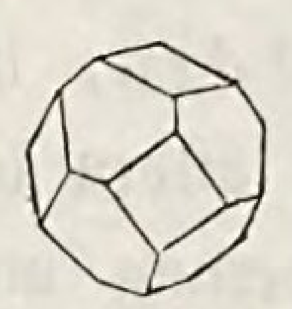


Fig. 850. Der Würfel mit abgestumpften Ecken. W + O.

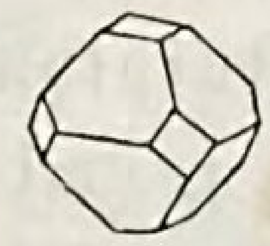


Fig. 851. Der Würfel mit vorwaltenden Oktaederflächen. W + O.

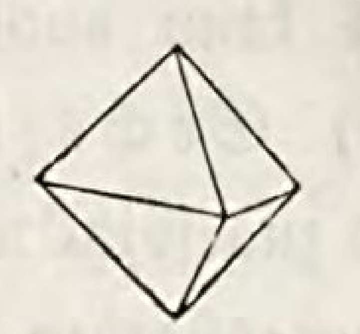


Fig. 852. Das Oktaeder. O.

4) Dreiflächige Zuspitzung der Ecken, indem jede Ecke durch drei neue Flächen ersetzt wird, welche eine neue stumpfere Ecke bilden. Diese Zuspitzung kann ausgehen von den drei W-Flächen (Fig. 853); eine solche Veränderung führt zum Trapezoeder (Fig. 854

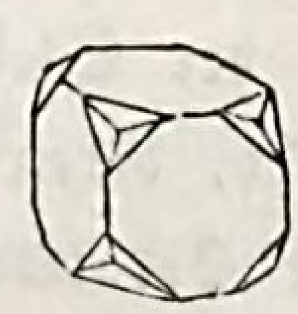


Fig. 853. Der Würfel mit von den Flächen aus zugespitzten Ecken. W + Tz.

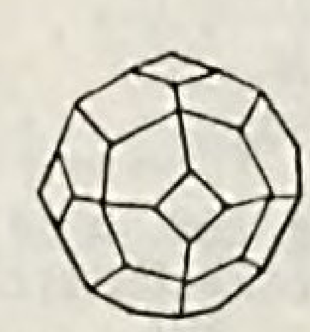
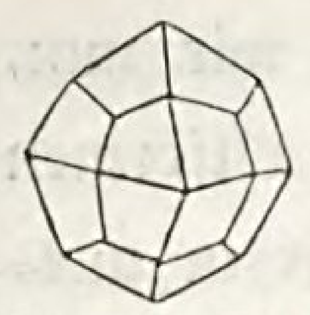
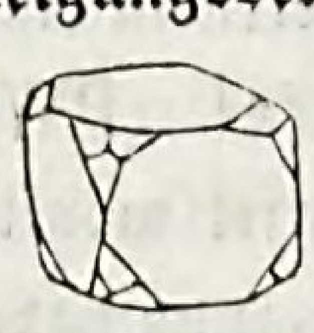


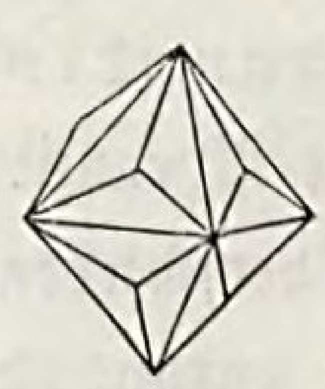
Fig. 854. Der Würfel mit vorwaltenden Trapezoederflächen. W + Tz.

* Für den Würfel gebraucht man die Abkürzung W, für das Rhombendodekaeder die Abkürzung RD.


Fig. 855. Das Trapezoeder. Tz.

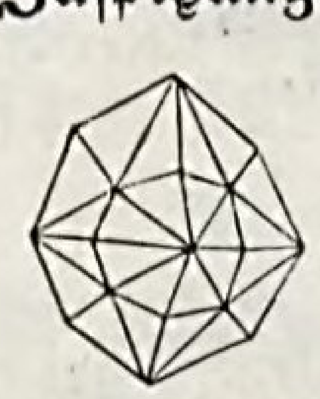
und 855). Es kann natürlich stumpfere und minder stumpfe Trapezoederzuspitzungen geben. Jedoch geht die Zahl der hierin möglichen Verschiedenheiten keineswegs, wie in der Geometrie, in's Unendliche, sondern dieselbe ist sehr begrenzt. Vergleicht man die einander entsprechenden Axen zweier verschiedener Formen, z. B. die Eckenaxen des Würfels mit den Axen, welche die entsprechenden, dreiflächigen stumpferen oder spitzeren Ecken der vorkommenden Trapezoeder verbinden, so findet man ganz bestimmte Verhältnisse unter denselben. Ebenso, wenn man die Eckenaxen des Oktaeders mit den, die vierflächigen Ecken des Pyramidenwürfels verbindenden Axen vergleicht, welche ihnen in der Lage ganz entsprechen. Die Winkel nämlich, welche die Neigung der einen und die Neigung der andern Flächen mit derselben Axe macht, verhalten sich stets so, daß bei analoger Uebertragung dieser Winkel in rechtwinklige Dreiecke und bei Annahme einer gleichen Länge derjenigen Kathete, welche einen Schenkel dieser Winkel bildet, die andere, gegenüberliegende Kathete des einen Winkels das Mehrfache der gegenüberliegenden Kathete des anderen Winkels nach einer ganzen Zahl oder auch nach einer Bruchzahl bildet, welche in der Regel sehr einfach ist. Oder nimmt man die gegenüberliegende Kathete gleich lang, so findet man ein eben solches Verhältniß zwischen den Längenmaßen der anderen Kathete, welche somit die verschiedene Länge einer und derselben Axe darstellen würde, wenn man sich an einem und demselben Modelle nach einander die verschiedenen Neigungsverhältnisse wirklich ausgeführt dächte. Die ganzen oder Bruchzahlen, welche den Axenlängen bei den in der Natur an Krystallen wirklich beobachteten Neigungsverhältnissen analoger Flächen entsprechen, sind meistens 1 : 2 : 3 : 4 : 5 : 6 oder 1 : $\frac{1}{2}$: $\frac{1}{3}$: $\frac{1}{4}$: $\frac{1}{5}$: $\frac{1}{6}$ u. s. w. Man nennt diese in der Natur stets eingehaltene Beschränkung der Möglichkeiten vorkommender Neigungsverhältnisse das Gesetz der Axenverhältnisse.


Fig. 856. Der Würfel mit von den Kanten aus zugespitzten Ecken. W + PO.


Fig. 857. Das Pyramidenoktaeder. PO.

Die Zuspitzung kann aber auch ausgehen von den drei W-Kanten (Fig. 856); eine solche Veränderung führt zum Pyramidenoktaeder (Fig. 857), einer Form, welche 24 gleichschenklige dreieckige Flächen besitzt, deren je drei sich zu einer flachen Pyramide vereinigen, deren Basis (Grundfläche) einer Oktaederfläche parallel ist. Es kann auch hier stumpfere und spitzere Pyramidenoktaederzuspitzungen geben.

5) Sechsflächige Zuspitzung der Ecken, indem jede Ecke durch sechs Flächen zugespitzt wird, deren je zwei eine Kante bilden in der Diagonale der vorigen Zuspitzungsflächen (Fig. 856). Diese Veränderung muß zu einer Form führen, welche dem Ergebnisse jener Veränderung ähnlich ist, nämlich zum Sechsmalachtflächner oder Hexakisoktaeder (Fig. 858), indem an der Stelle jeder Würfelecke eine flache sechsseitige Pyramide entsteht, deren Grundfläche einer Oktaederfläche parallel sein würde. Auch die Hexakisoktaederpyramiden können, so weit das Gesetz der Axenverhältnisse es gestattet, stumpfer oder minder stumpf sein.


Fig. 858. Das Hexakisoktaeder. HO.

Gehen wir vom Oktaeder (Fig. 852) aus, so finden wir, daß Abstumpfung der Oktaederecken die Würfelflächen hervorruft (Fig. 851, 850, 849). Abstumpfung der Oktaederkanten (Fig. 859 und 860), führt zu den Flächen des Rhombendodekaeders (Fig. 845). Zuschärfung der Oktaederkanten (Fig. 861)

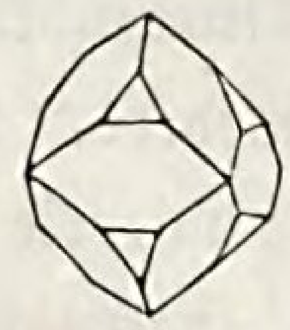



Fig. 859. Fig. 860.

Fig. 859. Das Oktaeder mit abgestumpften Kanten. O + RD.

Fig. 860. Das Oktaeder mit vorherrschenden Rhombendodekaederflächen. O + RD.



Fig. 861. Das Oktaeder mit zugeschärften Kanten. O + PO.

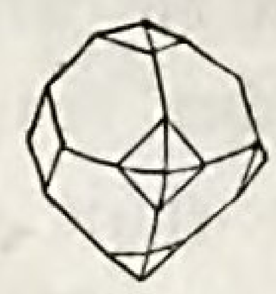
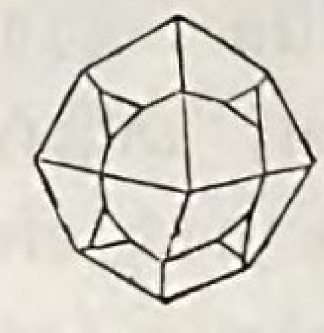



Fig. 862. Fig. 863.

Fig. 862. Das Oktaeder von den Flächen aus an den Ecken zugespitzt. O + Tz.

Fig. 863. Das Oktaeder mit vorwaltenden Trapezoederflächen. O + Tz.




Fig. 864. Fig. 865.

Fig. 864. Das Oktaeder von den Kanten aus an den Ecken zugespitzt. O + PW.

Fig. 865. Das Oktaeder mit vorwaltenden Pyramidenwürfelflächen. O + PW.

bringt die Flächen des Pyramidenoktaeders (Fig. 857) hervor. Vierflächige Zuspitzung der Oktaederecken von den Oktaederflächen aus (Fig. 862 und 863) ergibt die Flächen des Trapezoeders (Fig. 855), während die vierflächige Zuspitzung von den Oktaederkanten aus (Fig. 864 und 865) die Flächen des Pyramidenwürfels (Fig. 848) hervorruft.

Hemiedrieen. Die Reihe der Formen, welche im isometrischen Systeme ohne Verletzung des Gesetzes der Symmetrie vorkommen können, ist mit den angeführten erschöpft. Es ist nun noch eine Anzahl von wirklich vorkommenden Formen hinzuzufügen, bei welchen das Gesetz der Symmetrie auf eine höchst regelmäßige, man könnte sagen „symmetrische“ Weise verletzt erscheint, nämlich Formen, an welchen man von den Flächen einer gewissen Neigung nur die Hälfte der nach dem Gesetze der Symmetrie erwarteten Zahl vorfindet. Dergleichen Formen nennt man Halbflächner oder Hemiedrieen. So findet man mitunter Würfelrlle, von deren Ecken nur die Hälfte durch die Oktaederflächen abgestumpft ist; die vorhandenen Oktaederflächen sind aber so vertheilt, daß keine der Würfelkanten und keine der Würfelflächen von denselben unberührt bleibt, indem einer jeden unverändert gebliebenen Würfelecke diametral gegenüber eine Oktaederfläche liegt, so daß alle Würfelflächen durch Abschneidung je zweier sich diagonal entgegengesetzter Winkel einen sechseckigen Umriß bekommen (Fig. 866 und 867). Indem bald die einen, bald die andern vier der Oktaederflächen vorhanden sein können, gibt es natürlich zwei verschiedene Hemiedrieen, welche in dieser Weise entstehen. Werden die hemiedrischen Oktaederflächen so groß, daß die Würfelflächen fast verschwinden, so wird es

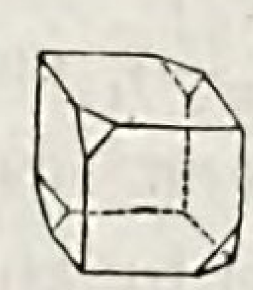
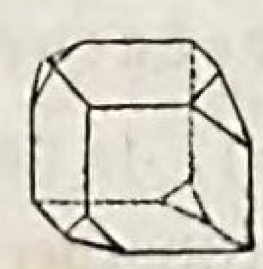



Fig. 866. Fig. 867.

Fig. 866. Der Würfel, hemiedrisch an den Ecken abgestumpft. $W + \frac{o}{2}$

Fig. 867. Der Würfel, hemiedrisch an den Ecken abgestumpft. $W + \frac{o'}{2}$

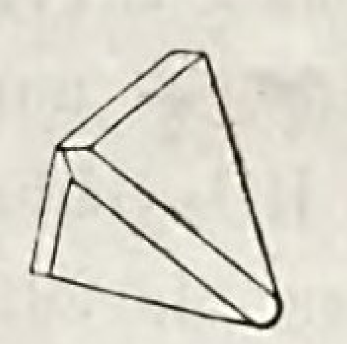


Fig. 868. Der Würfel mit vorwaltenden hemiedrischen Oktaederflächen. $W + \frac{o'}{2}$

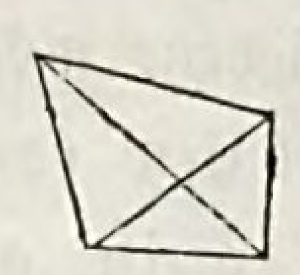
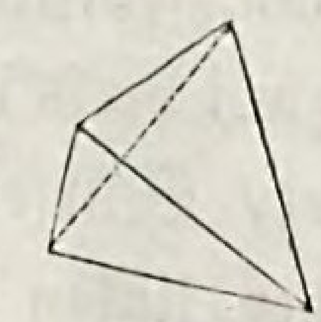



Fig. 869. Fig. 870.

Fig. 869. Das Tetraeder. $\frac{o}{2}$

Fig. 870. Das Tetraeder. $\frac{o'}{2}$

schwer, den Körper in die Stellung zu bringen, welche seinem Verhältnisse zum Würfel entspricht (Fig. 868). Bei völligem Verschwinden der Würfelflächen erhält man einen Körper (Fig. 869 und 870), welcher die einen zwei obern und die andern zwei unteren Oktaederflächen besitzt. Legt man ihn auf eine Oktaederfläche, so gleicht er einer regulären dreiseitigen Pyramide; allein diese Stellung würde wenig geeignet sein, die wahre Bedeutung der Form, welche man Vierflächner oder Tetraeder nennt, hervortreten zu lassen; vielmehr muß man denselben auf

eine seiner Kanten stellen. Denn die Axen, welche die Mittelpunkte der Kanten des Tetraeders verbinden, entsprechen den Eckenaxen des Oktaeders. Die zwei Tetraeder, welche man je nach der einen oder der anderen Hemiedrie des Würfels (Fig. 866 und 867) erhalten kann, müssen so gestellt werden, daß ihre entsprechenden Kanten sich rechtwinklig kreuzen, wie die Diagonalen der Würfelflächen. Diese Betrachtung würde kein Interesse darbieten, wenn man nicht mitunter Tetraeder fände, deren Ecken Abstumpfungsflächen zeigen, welche letztere als Flächen des anderen „diagonalen" Tetraeders anzusehen sind (Fig. 871). Man erhält denselben Körper aus einem Oktaeder, dessen eines oberes Flächenpaar nebst dem diagonal entgegengesetzten unteren Flächenpaare größer ausgebildet ist, als die beiden anderen Paare.



Fig. 871. Ein Tetraeder, dessen Ecken abgestumpft sind durch die Flächen des anderen „diagonalen" Tetraeders. $\frac{o}{2} + \frac{o'}{2}$

Wenn in einer ähnlichen Weise, anstatt der hemiedrischen Abstumpfung der Würfelecken, die dreiflächige Zuspitzung von den Würfelflächen aus, welche in vollzähliger Ausbildung zum Trapezoeder (Fig. 855) führen würde, hemiedrisch auftritt, so entsteht ein Körper von tetraedrischem Typus, welcher aber auf jeder Tetraederfläche eine flache dreiseitige Pyramide trägt. Man nennt diese Hemiedrie des Trapezoeders, deren es natürlich auch zwei verschiedene geben kann, das Pyramidentetraeder ($\frac{tz}{2}$ und $\frac{tz'}{2}$). Die entsprechende Hemiedrie des Hexakisoktaeders (Fig. 858) ist ein ähnlicher Körper, dessen Flächen vier flache unregelmäßig sechsseitige Pyramiden darstellen; man nennt ihn Hexakistetraeder ($\frac{ho}{2}$). Es können nicht allein zwei diagonal entgegengesetzte Hexakistetraeder ($\frac{ho}{2}$ und $\frac{ho'}{2}$) vorkommen, sondern es ist auch noch eine ganz andere Art von Hemiedrieen des Hexakisoktaeders möglich. Wenn sich nämlich je von den sechs Flächen einer jeden der acht sechsseitigen Pyramiden drei auf Kosten der ursprünglich mit ihnen abwechselnden anderen drei vergrößern und diese dadurch ganz verdrängen, so entsteht ein Körper von 12 Trapezflächen umschlossen, dem Trapezoeder ziemlich ähnlich und durch die Kantenwinkel von demselben zu unterscheiden. Man nennt diese Hemiedrie den Zweimalzwölfflächner oder das Diakisdodekaeder ($\frac{ho}{2}$), und solcher sind natürlich wieder zwei verschiedene möglich ($\frac{ho}{2}$ und $\frac{ho'}{2}$), je nachdem von den sechs Zuspitzungsflächen der Würfelecken (den HO-Flächen) entweder diejenigen vorhanden sind, welche von der linken Seite gegen die Würfelkanten geneigt waren, oder die von der rechten Seite. Auch die Pyramidenwürfelflächen kommen hemiedrisch ausgebildet vor, und diese Hemiedrie ist, neben dem Tetraeder und Pyramidentetraeder, eine sehr häufige. Wenn sich nämlich je von den beiden Pyramidenwürfelflächen, welche die Kanten des Würfels zuschärfen (Fig. 872) an jeder Kante nur eine ausbildet, und zwar in der Weise, daß allemal von den vier gegen jede Würfelfläche geneigten Zuschärfungsflächen nur zwei, zweien parallelen Kanten angehörige, derartige Flächen vorhanden sind (Fig. 873), so entsteht ein Körper, welcher von zwölf fünfeckigen Flächen (Pentagonen) umschlossen ist, das Pentagonaldodekaeder (Fig. 874). Diese Hemiedrie ist nebst dem Diakisdodekaeder bemerkenswerth dadurch, daß je zwei ihrer Flächen parallel

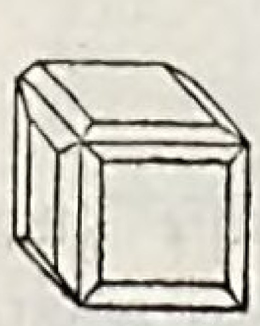


Fig. 872. W + PW.



Fig. 873.



Fig. 874.

Fig. 873. Der Würfel mit hemiedrisch zugeschärften Kanten. $W + \frac{PW}{2}$

Fig. 874. Die Hemiedrie des Pyramidenwürfels: das Pentagonaldodekaeder. $\frac{PW}{2}$

liegen, während die meisten Hemiedrieen gleich daran als Hemiedrieen erkennbar sind, daß dieser Flächenparallelismus ihnen fehlt und daß somit die Axen, welche man von dem Mittelpunkte ihrer Flächen aus gezogen denkt, an ihrem entgegengesetzten Pole keine parallele Fläche treffen. Das Pentagonaldodekaeder leitet man aus dem Oktaeder eben so leicht ab, als aus dem Würfel, indem man jede der Oktaederecken von den Kanten her nur zweiflächig zugespitzt denkt und zwar so, daß von jeder der zwölf Kanten nur an einem Ende eine Zuspitzungsfläche ausgeht (Fig. 875). Werden hiebei die hemiedrischen Pyramidenwürfelflächen so groß, daß sie sich gerade mit ihren Winkeln berühren, und daß somit die Oktaederkanten gerade völlig verschwinden, so haben sie eine dreieckige Gestalt, ganz wie die Ueberreste der Oktaederflächen, und so stellt sich ein Körper dar von zwanzig Dreieckflächen umgeben, deren acht Oktaederflächen, zwölf aber Pentagonaldodekaederflächen sind. Man nennt diesen Körper den Zwanzigflächner oder das **Ikosaeder** (Fig. 876). Gerade diese Form erhält man vom **Alaun**, wenn man der Auflösung desselben einige Tropfen von **Salzsäure** (Chlorwasserstoff) zusetzt.

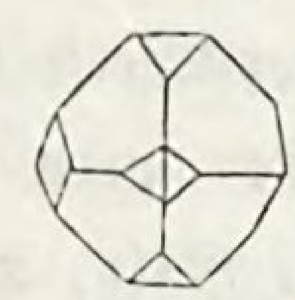


Fig. 875. Das Oktaeder mit hemiedrisch zugespitzten Ecken.

$O + \frac{pw}{2}$

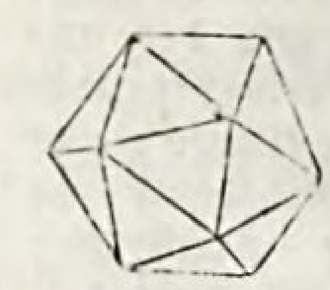


Fig. 876. Das Oktaeder mit hemiedrisch zugespitzten Ecken: das Ikosaeder.

$O + \frac{pw}{2}$

Combinationen. Um die Mannigfaltigkeit der Gestalten zu vermehren, können nun nicht allein alle erwähnten, nach dem Gesetze der Symmetrie ableitbaren Formen des isometrischen Systemes selbstständig vollzählig oder hemiedrisch bei den Substanzen vorkommen, welche im isometrischen Systeme xllisiren, sondern es können auch die Flächen von je zwei, wie wir dieses bei allen Uebergangsstufen gesehen haben, oder drei oder mehreren derselben gemeinsam an einer Xllform theilnehmen. Eine solche Xllform nennt man eine Vereinigung oder **Combination** von mehreren Formen; so ist das Ikosaeder (Fig. 876) eine „Combination des Oktaeders mit dem Pentagonaldodekaeder".

Gruppirungen von Xllen. Sehr häufig ist es, daß sich mehrere Xlle bei ihrer Bildung auf eine regelmäßige Weise zusammenfügen, ja bei den Xllen, welche man im Erdboden gebildet vorfindet, ist eine regelmäßige Zusammengruppirung häufiger, als eine solche, welche man eine zufällige nennen möchte. Gewöhnlich sind es entsprechende Flächen, nach welchen die Xlle sich zusammenfügen, und dabei können diese Flächen solche sein, welche auch an der Xllform ausgebildet vorkommen, oder solche, welche nicht äußerlich vorkommen, jedoch vorkommen könnten, indem sie von den vorkommenden Formen ableitbar sind. Würfel fügen sich meistens mit den Würfelflächen zusammen und stellen so Gruppen dar, welche sich von ächten Würfeln oft kaum durch eine Ungleichheit der Flächen unterscheiden (Fig. 877—879). Sind auch in manchen Fällen die so entstehenden rechteckigen oder quadratischen Prismen auf allen Flächen völlig glatt, so bedarf es dagegen bei andern bloß einer Hin- und Herdrehung des Körpers, um durch die Spiegelung des Lichtes auf einzelnen Flächen Spuren der Zusammengruppirung zu erkennen und sich zu überzeugen, daß dasjenige, was

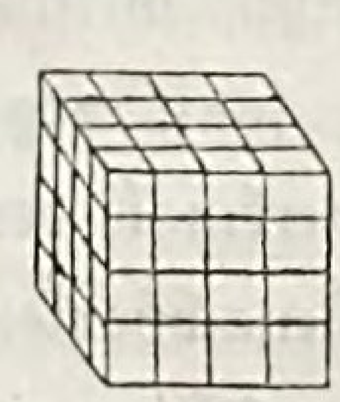


Fig. 877. Eine würfelförmige Gruppe von Würfeln.

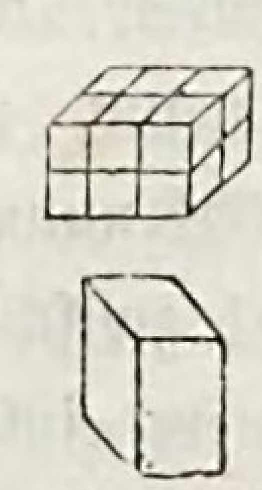


Fig. 878.

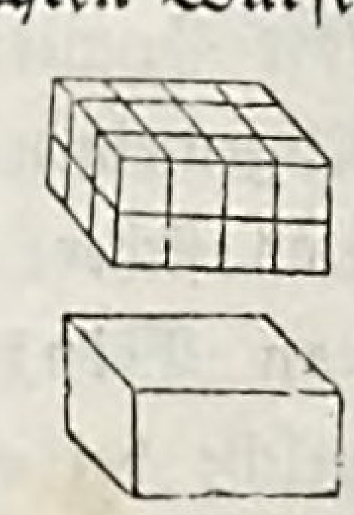


Fig. 879.

Fig. 878 und 879. Gruppen von Würfeln, rektanguläre Prismen darstellend.

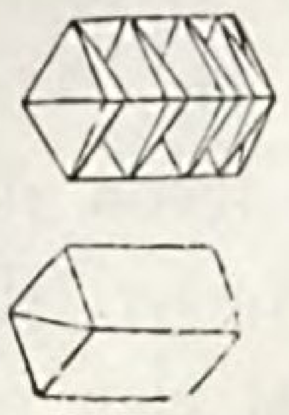


Fig. 880. Eine Doppeldachförmige Xllgruppe, aus Oktaedern bestehend, deren eins die unmittelbare Verlängerung des andern bildet; man hat einige dieser Individuen in der Zeichnung angedeutet.

man geneigt war, für einen einzelnen Xll anzusehen, in der That Hunderten von Xllen entspricht. Oktaeder sind nicht selten nach einer Rhombendodekaederfläche, also mit ihren Kanten, zusammengruppirt und zwar so, daß ein großer Theil der Masse beiden Xllen gemeinsam ist und man durch Spaltung beliebig entweder den einen oder den andern vollständig herstellen und von dem andern befreien kann. Eine solche Gemeinsamkeit eines Theiles der Xllmasse setzt durchaus eine übereinstimmende Stellung der Massentheilchen voraus. Viele Oktaeder in solcher Weise vereinigt, stellen doppelt dachförmige Massen dar (Fig. 880), welche man ebenfalls leicht als einzelne Xlle ansehen könnte (Fig. 880, a—i). In andern Fällen sind die Xlle nach Oktaederflächen vereinigt, welche sich jedoch dabei keineswegs zu decken brauchen, sondern mit ihren Ecken einander überragen (Fig. 881).

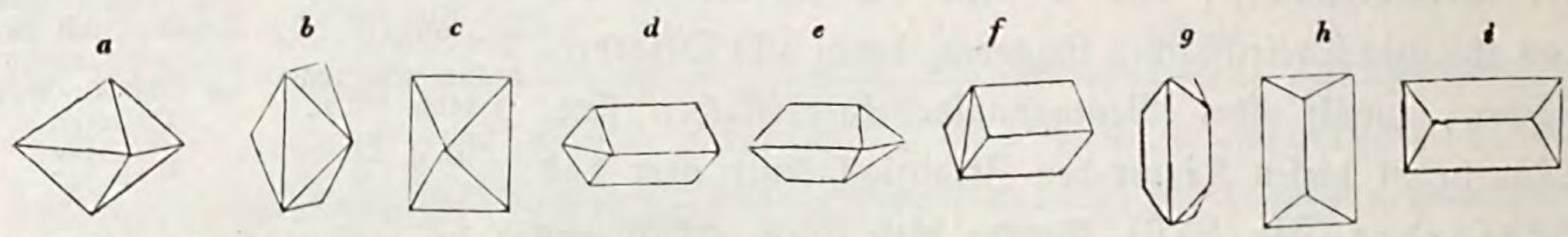


Fig. 880, a—i. Oktaeder, welche sich in verschiedenen Richtungen durch Zugruppirung anderer Oktaeder ausgedehnt haben, und deren verzerrte Formen daher durch mehrere Individuen zu erklären sind.

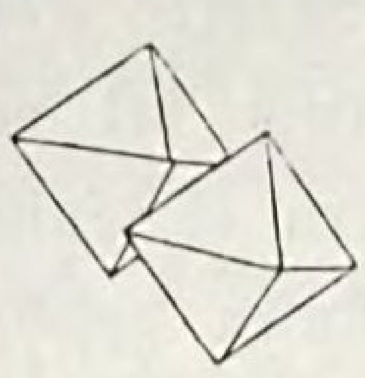


Fig. 881. Zwei Oktaeder mit Axenparallelismus zusammengewachsen.

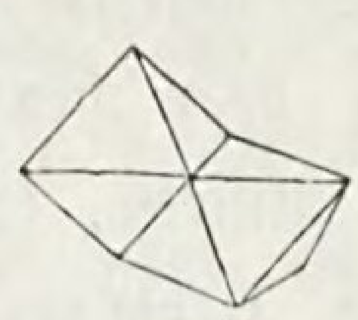


Fig. 882. Zwei Oktaeder mit Axendivergenz zusammengewachsen.

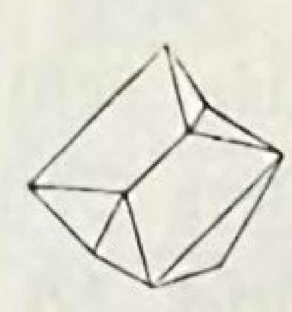


Fig. 883. Zwei Oktaeder mit Axendivergenz an einander gewachsen und nach der Zusammenfügung vergrößert.

In dieser Zusammenfügung sind die sich entsprechenden Flächen der beiden Xlle parallel, wie die Axen es sind, und es geht auch hier die Spaltbarkeit des einen Xlles ununterbrochen mit durch die Masse des andern Xlles hindurch. Wenn dagegen die Zusammenfügungsflächen sich völlig decken, so ist damit nothwendig eine verschiedene Richtung der Axen verbunden (Fig. 882). Dabei sind dann beide Xlle oft schon in Berührung getreten, als sie noch sehr klein waren, und bei ihrer ferneren Vergrößerung hat nun die Berührungsebene unverhältnißmäßig groß werden müssen (Fig. 883), ganz wie bei dem Alaunoktaeder, welches, auf einer Fläche ruhend, im Umfange wächst (S. 1084). Es sieht dann mitunter so aus, als sei ein vollständiges Oktaeder parallel einer Fläche mitten durchgeschnitten und die beiden Hälften wären auf der Verbindungsebene um einen halben Umkreis gedreht und so wieder vereinigt. Diese, übrigens ganz nutzlose, Vergleichung hat den noch immer gebräuchlichen Namen Halbdrehungen oder Hemitropieen veranlaßt, welche man dergleichen Doppelxllen gegeben hat. Im Allgemeinen nennt man sonst regelmäßig vereinigte Doppelxlle Zwillingsxlle. Das sichere Erkennungsmerkmal vereinigter Xlle bilden die einwärtsspringenden Winkel zwischen benachbarten Flächen, welche bei solchen selten fehlen, und welche bei einem einfachen Xllindividuum nie vorkommen. Minder regelmäßige Vereinigungen kleiner Xlle, besonders auch oktaedrischer, stellen oft moosförmige Gruppen dar, welche besonders auffallend an die Form von Pflanzengebilden erinnern, wenn die einzelnen Xllchen zu klein sind, um dem bloßen Auge bemerkbar zu sein. Man nennt dergleichen Gruppen Bäumchen oder Dendriten (Fig. 884). In anderen Fällen erscheinen die Gruppen äußerst kleiner Xlle als haarfeine Prismen oder Fasern und

man beobachtet nicht selten das Entstehen derartiger Bildungen. Wenn nämlich ein poröses Gestein, wie Thon, Sandstein u. s. w. von irgend einer Feuchtigkeit durchdrungen ist, welche eine xllisirbare Substanz aufgelöst enthält, so setzt dieselbe verdunstend über den Poren des Gesteins ein zartes Xllchen ab. Neue Feuchtigkeit, welche nachdringt, fügt ein zweites Xllchen hinzu, welches sich in regelmäßiger Weise mit dem ersten verbindet, und indem ein Xllchen dem andern folgt, schieben sich die zuerst gebildeten immer länger hervor. Hieher gehören alle sogenannten Ausblühungen oder Efflorescenzen des Mineralreiches. Mitunter treten zahllose Fasern so dicht gedrängt neben einander hervor, daß sie sich unmittelbar an einander legen und auf diese Weise faserige Massen darstellen.



Fig. 684. Dendritische Xllgruppe von gediegenem Kupfer.

Regellose Zusammenhäufungen. Von den Gruppirungen von Xllen sind zu unterscheiden die regellosen Anhäufungen von solchen. Entweder sind in diesen die Xllindividuen einzeln deutlich erkennbar, oder es sind dieselben so innig zusammengefügt, daß man die Grenzen zwischen denselben nicht zu erkennen vermag und daß sich äußere Xllflächen, wegen der gegenseitigen Bedrängung, gar nicht haben ausbilden können. Von solcher Art sind die körnigen Massen, wie man sie beim Zerschlagen einer nach Verdunstung des Wassers am Boden eines Gefäßes zurückgebliebenen Alaunkruste sieht, und wie sie auch im Erdboden oft in Gesteinsmassen gefunden werden. Das Steinsalz besteht oft aus so großkörnigen Massen, daß man als Spaltungsstücke fußgroße Würfel darstellen könnte, während es in anderen Fällen so feinkörnig ist, daß nur das flimmernde Spiegeln der einzelnen, schon beim Zerschlagen hervortretenden, Spaltungsflächen die kleinen Xllindividuen verräth. Selbst wo unserem bloßen Auge eine Masse vollkommen dicht erscheint und kein flimmerndes Pünktchen denselben mehr wahrnehmbar ist, da erkennt man, unter Anwendung eines Vergrößerungsglases, noch deutlich xllinische Körnchen, aus denen das ganze sogenannte „dichte" Gestein besteht.

Formenverschiedenheit der Substanzen. Da bei einem jeden Minerale, welches im isometrischen Systeme xllisirt, alle Formen und Combinationen vorkommen können, welche aus einem isometrischen Axenverhältnisse ableitbar sind, so scheint die Bestimmung der Mineralsubstanz nach dem einzigen Merkmale der Xllform offenbar nicht möglich zu sein. Indessen ist diese dennoch annäherungsweise durch Berücksichtigung einiger Eigenthümlichkeiten und Beschränkungen, welche man in der Natur beobachtet, ermöglicht. Nicht bei allen isometrisch xllisirenden Substanzen ist nämlich das Oktaeder die Grundform, d. h. diejenige Form, welcher die Richtungen der Spaltbarkeit — die sogenannten Spaltungsrichtungen oder „Blätterdurchgänge" — parallel sind. Vielmehr ist es bei den einen das Oktaeder, bei den andern der Würfel, bei andern das Rhombendodekaeder. — Hienach sondern sich alle isometrischen Xlle wieder in drei Reihen. Nicht bei allen aber ist die Spaltung leicht auszuführen, sondern die einen sind leicht spaltbar, die andern schwer spaltbar, noch andere zerspringen eher in unregelmäßigen Richtungen, als daß sie spalten, und zeigen so das, was man einen mehr oder minder vollkommenen Bruch nennt. Die Beschaffenheit der Bruchflächen ist meistens sehr charakteristisch. Dazu kommt dann, daß bei wenigen Substanzen eine sehr große Zahl verschiedener Formen oder Combinationen als wirklich vorkommend beobachtet wird; vielmehr sind es meistens nur

einige wenige Formen und Combinationen, welche man bei einer Mineralsubstanz beobachtet hat, und oft ist einer Mineralsubstanz eine gewisse Combination so eigenthümlich, daß man kaum noch zweifeln kann, sobald man die Form erkannt hat. Bisweilen hat die Grundform so sehr das Uebergewicht, daß dieselbe sich in auffallender Weise verräth, auch wenn ihre Flächen äußerlich gar nicht zur Ausbildung gekommen sind. Man sieht nämlich in diesem Falle auf gewissen anderen Flächen mehr oder weniger deutliche Reifen parallel den Kanten, welche entstehen würden, wenn die Flächen der Grundform durch Spaltung hervorgebracht würden, und in der That sieht man mit Hülfe einer Vergrößerung, daß diese Reifen nichts anderes sind, als wirkliche Kanten, welche von solchen Flächen hervorgebracht werden, die mit den Massentheilchen, welche durch ihre Anlagerung die gereiften Flächen vergrößert haben, zahlreiche aus- und einspringende Winkel bilden. Derartige Reifungen gewisser Flächen sind oft ein ausgezeichnetes Merkmal der Xlle gewisser Mineralsubstanzen (S. 1099).

Eine weitere eigenthümliche Verschiedenheit in der Xllisation der verschiedenen Substanzen zeigt sich selbst bei gänzlich übereinstimmenden Formen und Combinationen, in dem verschiedenen Glanze der einen oder anderen Flächen. Diejenigen Flächen, welche am vollkommensten ausgebildet sind, haben den vollkommensten Glanz; ebenso besitzen sie eine größere Härte als andere. Bei einigen Xllen bemerkt man hierin gar keinen, bei andern dagegen einen nicht unbedeutenden Unterschied.

Physikalische Merkmale. Uebrigens sind Härte und Glanz auch im Allgemeinen Merkmale, welche zur Erkennung der Mineralien treffliche Dienste leisten. Es stehen beide Eigenschaften in innigem Zusammenhange mit der Dichtigkeit der Masse, welche bei gleicher Temperatur für die verschiedenen Substanzen sehr verschieden ist. Man hat zur Bezeichnung der Härte eine Anzahl von sehr bekannten Mineralien gewählt, mit welchen man das Mineral, dessen Härte man bestimmen will, vergleicht. Die Vergleichung geschieht durch den Versuch, auf einer Fläche des einen Minerales mit Hülfe des andern eine Ritzfurche zu ziehen — das eine Mineral mit dem andern zu ritzen. Eine solche Furche, so fein sie auch sei, verräth sich leicht durch einen Strich, welchen das geringe Staubpulver, welches man losgeritzt hat, darstellt. Die Mineralien, nach welchen man vergleichungsweise die Härtegrade bestimmt, sind:

1. Talk.	4. Flußspath.	7. Quarz.
2. Steinsalz.	5. Apatit.	8. Topas.
3. Kalkspath.	6. Orthoklasfeldspath.	9. Korund.
	10. Demant.	

Ein Mineral habe den Härtegrad 5 — 6, heißt so viel, als daß dasselbe vom Orthoklasfeldspath geritzt werde, dagegen den Apatit zu ritzen im Stande sei. Andere Merkmale, welche sich auf eigenthümliche Aeußerungen der Cohäsion beziehen, wie die Dehnbarkeit oder Geschmeidigkeit, oder die Sprödigkeit oder Mildheit (mildester Grad der Sprödigkeit), können ebenfalls oft charakteristische Merkmale abgeben. — Den Glanz, auf dessen Art und Grad übrigens Nebenumstände nicht selten von Einfluß sind, bezeichnet man nach ungefähren Vergleichungen mit bekannten Dingen, als Metallglanz, Demantglanz, Glasglanz, Perlmutterglanz, Seidenglanz, Wachsglanz; den Mangel an Glanz als Sammetschimmer,

Mattigkeit, erdiges oder rauhes Ansehen. Die Dichtigkeit der Masse der verschiedenen Substanzen bezeichnet man durch Vergleichung des Gewichtes gleich großer Raumeinheiten (Volumen) derselben mit dem Gewichte derselben Raumeinheit des Wassers. Man nennt dieses Gewichtsverhältniß auch das specifische Gewicht. Die Dichtigkeit oder das specifische Gewicht des Demants sei = 3,5 (d. h. 3 und $^5/_{10}$ oder $3^1/_2$), heißt so viel, als ein gewisses Volumen von Demant wiegt drei und ein halbmal so viel, als ein gleiches Volumen von Wasser. Man findet diesen Werth, indem man einen Körper zuerst in der Luft auf gewöhnliche Weise wägt, sodann denselben, in Wasser getaucht, abermals wägt. Es wird dann so viel von seinem Gewichte durch das umgebende Wasser aufgewogen, als das Wasser wog, welches zuvor den Raum erfüllte, welchen jetzt der eingetauchte Körper erfüllt. Man findet so durch den Minderbetrag des Gewichtes des Körpers im Wasser das Gewicht des gleichen Wasservolumens. Durch dieses dividirt man sodann das vorher beim Wägen in der Luft gefundene Gewicht des Körpers. Fand man für einen Demant in der Luft das Gewicht = 35 (Gramme, Decigramme....), im Wasser = 25, somit das Gewicht des gleichen Wasservolumens = 10, so ist das specifische Gewicht oder die Dichtigkeit des Demants = $3^1/_2$ = $3^5/_{10}$ = 3,5.

Man ist gewöhnlich sehr geneigt, auf die Farbe der Substanzen großen Werth zu legen und dieselben danach beurtheilen zu wollen. Dieses Merkmal ist jedoch meistens völlig unbrauchbar. Die völlig reinen Substanzen würden freilich theils gänzlich farblose, theils bestimmt und eigenthümlich gefärbte Xlle bilden; allein eine sehr geringe Menge einer fremdartigen Substanz, welche bei der Xllisation gegenwärtig war, und von welcher Theilchen zufällig zwischen die xllisirenden Massentheilchen geriethen, kann eine der Substanz, welcher die Xllform eigenthümlich ist, ganz fremdartige Färbung hervorrufen. Wie wir aus einer mit Karminpulver roth gefärbten Alaunlösung rothe Alaunxlle gewinnen können, so können irgend welche andere färbende Stoffe bei der Bildung der Xlle mit in diese eingehüllt werden, und es ist dieses häufiger der Fall, als daß völlig von dergleichen unwesentlichen verunreinigenden Beimengungen freie Xlle entstehen. Daher finden wir Xlle einer und derselben Mineralsubstanz in den verschiedensten Farben oder ganz ohne solche. Nur in seltenen Fällen gibt die Farbe daher ein brauchbares Merkmal, so wichtig dieselbe oft in anderen Beziehungen sein kann. Charakteristischer ist die Verschiedenheit, daß manche Mineralien, auch in den schönsten und vollkommensten Xllen, das Licht durchaus nicht durchlassen — man nennt solche Mineralien opak — während andere durchscheinig oder gar durchsichtig, im Allgemeinen pellucid, sind. Der Grad der Pellucidität kann freilich bei verschiedenen Xllen derselben Mineralsubstanz sehr abweichend sein, und es sind hierauf vorzüglich auch die färbenden zufälligen Stoffe von großem Einflusse.

Isomorphismus. Bei vollkommen gleicher Xllform ist es oft nicht möglich, zwei Mineralsubstanzen ohne nähere Untersuchung ihrer chemischen Bestandtheile zu unterscheiden. Man nennt Stoffe, welche vollkommen die gleiche Xllform haben, gleichgestaltige oder isomorphe Stoffe. Der Isomorphismus findet theils bei reinen Elementarstoffen statt, theils bei Mischungen ersten, zweiten ... Grades, welche aus einer völlig analogen Verbindung dieser isomorphen Elementarstoffe mit gewissen anderen Elementarstoffen entstanden sind. Der Alaun gibt eines der aus-

gezeichnetsten Beispiele des Isomorphismus. Derselbe besteht sehr häufig aus schwefelsaurem Kali, welches mit schwefelsaurer Thonerde und mit einer vierundzwanzigfachen Verhältnißmenge von Wasser verbunden ist. Die chemische Zeichenformel seiner Mischung ist $\dot{K}\,\dddot{S} + \dddot{Al}\,\dddot{S} + 24\,\dot{H}$. Da nun mit dem $\dot{K}$ (Kali) sowohl $\dot{Na}$ (Natron), als $\dot{Fe}$ (Eisenoxydul), $\dot{Mn}$ (Manganoxydul), $\dot{Mg}$ (Talkerde), welche sämmtlich die gleiche Verhältnißmenge von Sauerstoff enthalten, und selbst das ganz abweichend gemischte NH^3 (Ammoniak) isomorphe Substanzen sind, so können alle diese anstatt des Kali im Alaun enthalten sein, ohne daß die Xllform desselben dadurch verändert wird. Da ferner mit der $\dddot{Al}$ (Thonerde) sowohl $\dddot{Fe}$ (Eisenoxyd), als $\dddot{Cr}$ (Chromoxyd) isomorphe Substanzen sind, so können diese andererseits die Thonerde vertreten, ohne daß man es an der Xllform des Alauns verspürte. Somit gibt es außer obigem

Kalithonerdealaun $= \dot{K}\,\dddot{S} + \dddot{Al}\,\dddot{S} + 24\,\dot{H}$ einen
Natronthonerdealaun $= \dot{Na}\,\dddot{S} + \dddot{Al}\,\dddot{S} + 24\,\dot{H}$
Eisenoxydulthonerdealaun $= \dot{Fe}\,\dddot{S} + \dddot{Al}\,\dddot{S} + 24\,\dot{H}$
Manganoxydulthonerdealaun $= \dot{Mn}\,\dddot{S} + \dddot{Al}\,\dddot{S} + 24\,\dot{H}$
Talkerdethonerdealaun $= \dot{Mg}\,\dddot{S} + \dddot{Al}\,\dddot{S} + 24\,\dot{H}$
Ammoniakthonerdealaun $= NH^3\,\dddot{S} + \dddot{Al}\,\dddot{S} + 24\,\dot{H}$, sodann einen
Kalicisenoxydalaun $= \dot{K}\,\dddot{S} + \dddot{Fe}\,\dddot{S} + 24\,\dot{H}$
Natroneisenoxydalaun u. s. w. $= \dot{Na}\,\dddot{S} + \dddot{Fe}\,\dddot{S} + 24\,\dot{H}$
Kalichromoxydalaun $= \dot{K}\,\dddot{S} + \dddot{Cr}\,\dddot{S} + 24\,\dot{H}$; ferner einen
Natronchromoxydalaun u. s. w. $= \dot{Na}\,\dddot{S} + \dddot{Cr}\,\dddot{S} + 24\,\dot{H}$, endlich auch einen
Talkerde / Manganoxydul } thonerdealaun $= (\dot{Mg}\,\dot{Mn})\,\dddot{S} + \dddot{Al}\,\dddot{S} + 24\,\dot{H}$,

in welchem das Kali zum Theil durch Talkerde, zum Theil aber durch Manganoxydul vertreten ist. Es ließe sich noch eine große Zahl anderer Möglichkeiten denken. Die genannten isomorphen Substanzen, welche hier für das Kali oder für die Thonerde eintreten können, verrathen sich freilich bei übrigens vollkommen reinem Zustande des Alauns, wie man ihn künstlich durch mehrfach erneuerte Auflösung und Xllisation darstellen kann, zum Theil durch eigenthümliche Färbung, zum Theil aber veranlassen sie nicht die mindeste Abänderung des Aussehens. Es bedarf daher, um über die chemischen Bestandtheile eines Xlls vollkommene Kenntniß zu haben, außer der Bestimmung der Xllform noch der chemischen Untersuchung. Gewöhnlich bedarf es nur einer theilweisen Untersuchung über das Vorhandensein des einen oder anderen Bestandtheiles, um nach Erkennung der Xllform, nach Untersuchung der Härte, der Dichtigkeit, nach Beurtheilung des Glanzes sich ganz genau zu unterrichten, welches Mineral man vor sich habe. Diese theilweisen Untersuchungen bestehen oft nur darin, daß man versucht, ob das Mineral in reinem Wasser oder in einer Säure löslich sei, und wenn es löslich ist, welchen Geschmack dasselbe besitze, oder daß man versucht, ob das Mineral leicht oder schwer schmelzbar sei u. s. w. Besonders kurz führen zum Ziele die Untersuchungen im Feuer mit Hülfe einer Lampenflamme und des sogenannten Löthrohres, nach der trefflichen Anweisung von Berzelius: „Die Anwendung des Löthrohres in der Chemie und Mineralogie."

Die bekannteren Mineralsubstanzen des isometrischen Systemes, welche sich im Erdboden gebildet vorfinden, sind die folgenden. Bei allen diesen Substanzen gehen

Lichtstrahlen, welche senkrecht auf parallele Flächen fallen, in ungestört gerader Linie hindurch, während schief auffallende, oder solche, welche senkrecht auf eine Fläche fallen, aber bei ihrem Durchgange eine andere nicht parallele Fläche durchschneiden, mehr oder weniger stark gebrochen erscheinen. Legt man ein Alaunoktaeder mit einer Oktaederfläche auf eine Zeile im Buche, so findet man die Zeile ungestört, sobald man das Auge senkrecht über der parallelen Oktaederfläche hält; dagegen sieht man sie gebrochen, sobald man, wie beim Lesen gewöhnlich, schief auf die Fläche sieht. Ebenso bei allen parallelen Flächen. Dagegen ist die Zeile stets gebrochen, wenn man den Krystall auf eine Oktaederfläche gelegt hat und dann durch eine Würfelfläche oder durch eine nicht parallele Oktaeder- oder sonstige Fläche hineinschaut.

Uebersicht der isometrischen Mineralxlle.

Erste Reihe: Oktaedrisch spaltbare.
Zweite Reihe: Tesseral (nach Würfelflächenrichtungen) spaltbare.
Dritte Reihe: Rhombendodekaedrisch spaltbare.

Erste Reihe.

Oktaedrisch spaltbare isometrische Mineralxlle.

a. Gediegene Elementarstoffe.

1. **Demant.** Vorkommende Xllformen: O; O + W; W; O + RD; RD; O + PO; PO; HO. Spaltbarkeit: sehr vollkommen. Härte = 10. Bruch: muschlig; spröde. Dichtigkeit = 3,5. „Demantglanz"; pellucid. Beim Zerspalten und Zerbrechen mit weißem Lichte momentan leuchtend; ebenso durch gelinde Erwärmung im Dunkeln phosphorisch leuchtend. Dieselbe Erscheinung wird hervorgerufen durch vorherige Bestrahlung mit Sonnenlicht. — Substanz = C. Dieselbe Substanz kommt als Graphit im hexagonalen Systeme vor.

2. **Gediegen Wismuth.** Xllf. O; O + RD; RD; $^{0}/_{2}$. Spltb. vollkommen. — Härte: = 2. Br. uneben; sehr milde. Dichtigkeit = 9,6. Metallglanz; opak; charakteristische Farbe: röthlich silbergrau. — Substanz = Bi.

3. **Gediegen Eisen.** Xllf.* O. Spltb. gering. — H. = 4—5. Br. hackig; dehnbar und geschmeidig. D. = 7,5. Metallglanz; opak; charakteristische Farbe: eisenschwarz. — Substanz = Fe.

b. Sulfide.

4. **Kobaltkies.** Xllf. O; O + W. Spltb. gering parallel O, ebenfalls nach W. — H. = 5—6. Br. muschlig — uneben; spröde. D. = 6,3. Metallglanz; opak. — Subst. = $Co^2 S^3$.

c. Fluoride.

5. **Flußspath.** Xllf. O; O + W; W; O + RD; W + RD; O + W + RD; RD; O + PO; O + PW; O + PW + W; W + PW; O + Tz + W; W + Tz; O + HO; O + HO + W; W + HO. Spltb. sehr vollkommen. — H. = 4. Br. muschlig, ins Unebene; spröde. D. = 3,1. Starker Glasglanz; pellucid. Durch Ritzung mit einem spitzen Instrumente, durch Erwärmung und durch Einwirkung der Elektricität momentan phosphorisch leuchtend (phosphorescirend). — Subst. = Ca Fl.

d. Oxyde.

6. **Arsenige Säure.** Xllf. O. Spltb. unvollkommen. — H. = 2—3. Br. muschlig, spröde. D. = 3,7. Demantartiger Glasglanz; pellucid. — Subst. = $\ddot{A}s$. Die arsenige Säure xllisirt isometrisch, wenn sie aus dem Gaszustande, durch Sublimation, xllisirt. Aus

* Xllf. bedeutet im Folgenden so viel, wie: vorkommende Xllformen. — Spltb. bedeutet Spaltbarkeit. — H. = Härte. — Br. = Bruch. — D. = Dichtigkeit oder specifisches Gewicht. — Subst. = Substanz, durch die chemische Zeichenformel ausgedrückt.

Lösungen dagegen und bei ihrer Entstehung durch Orydation von Arsenik bei gewöhnlicher Temperatur xllisirt sie orthorhombisch (Arsenikblüthe).

7. Rothkupfererz. Xllf. O; O + W; W; O + RD; RD; O + W + RD; W + RD; O + PO; PO; O + Tz; O + Tz + W; O + Tz + W + RD; O + PW + W + RD. Spltb. ziemlich vollkommen. — H. = 3—4. Br. muschlig — uneben; spröde. D. = 5,8. Metallähnlicher Demantglanz; fast opak; charakteristische Farbe: kupferroth. — Subst. = $\dot{\bar{Cu}}$. Das Kupferorydul findet sich mitunter auch im hexagonalen Systeme xllisirt, als Kupferblüthe. Beim Rothkupfererze bemerkt man mitunter eine eigenthümliche Unvollkommenheit der Xlle, indem nämlich die einzelnen Lagen von Massentheilchen nach den Oktaederkanten sich vorherrschender angesammelt haben, als nach den Oktaederflächen. Es erscheinen dadurch die Oktaederflächen mehr oder weniger dreiseitig trichterförmig vertieft, oft mit treppenförmigen Absätzen (Fig. 885). Bei Xllisationen, welche man künstlich veranlaßt, erhält man derartige unvollkommene Formen von manchen Substanzen, besonders wenn man aus sehr gesättigten Lösungen rasche Xllisationen bewirkt, oder wenn man geschmolzene Massen rasch erkalten läßt.



Fig. 885. Ein Rothkupfererzoktaeder mit unvollkommenen Flächen.

e. Doppelsulfide.

8. Buntkupfererz. Xllf. O + W; W; O + RD; RD. Spltb. unvollkommen. — H. = 3. Br. muschlig — uneben; wenig milde. D. = 5. Metallglanz; opak; charakt. Farbe: dunkel messinggelb, meist stahlblau oder grünlich oder violett („pfauenschweifig") angelaufen. — Subst. = $\dot{\bar{Cu}}^3 \ddot{Fe}^2$.

f. Quadrupelsulfide.

9. Fahlerz. Xllf. $\frac{o}{2}$; $\frac{o}{2} + \frac{o'}{2}$; $\frac{o}{2} + \frac{tz'}{2}$; $\frac{o}{2} + W$; $\frac{o}{2} + \frac{tz}{2}$; $\frac{tz}{2}$; $\frac{o}{2} + \frac{tz}{2} + \frac{po'}{2}$; $\frac{o}{2} + \frac{tz}{2} + \frac{po'}{2} + \frac{o'}{2}$; $\frac{tz}{2} + \frac{po'}{2}$; $\frac{o}{2} + \frac{tz}{2} + W + 2\frac{po'}{2} + \frac{o'}{2}$. Spltb. sehr unvollkommen; mitunter in geringem Grade auch parallel den $\frac{o}{2}$-Flächen, sowie auch bisweilen nach RD-Flächen. — H. = 3—4. Br. vollkommen muschlig; wenig spröde. D. = 5. Metallglanz; opak; charakt. Farbe: fahleisenschwarz. — Subst. = $\dot{R}^4 \dddot{R} + 2\,\dot{\bar{Cu}}^4 \dddot{R}$ ($\dot{R}$ bedeutet $\dot{Fe}$, oder $\dot{Zn}$, oder $\dot{Ag}$, oder $\dot{Hg}$; $\dddot{R}$ bedeutet $\dddot{Sb}$, oder $\dddot{As}$).

g. Doppeloxyde (Sauerstoffsalze).

10. Magneteisenstein. Xllf. O; O + W; W; O + W + RD; O + RD; W + RD; RD; O + Tz; Tz; O + PO; PO. Spltb. ungleich. — H. = 6. Br. muschlig — uneben; spröde. D. = 5. Metallglanz, opak; charakt. Farbe: eisenschwarz. Der Magneteisenstein wirkt stark auf die Magnetnadel und folgt dem Magnetstabe; die entgegengesetzten Pole der Xllaxen zeigen entgegengesetztes (+ und —) magnetisches Verhalten. Subst. = $\dot{Fe} + \ddot{\bar{Fe}}$

11. Chromeisenstein. Xllf. O. Spltb. unvollkommen. — H. = 5—6. Br. muschlig — uneben; spröde. D. = 4,4. Metallglanz; opak. — Subst. meistens = $\dot{Fe}\,\ddot{\bar{Cr}}$; übrigens ($\dot{Fe}$, $\dot{Mg}$) + ($\ddot{\bar{Cr}}$, $\ddot{\bar{Al}}$).

12. Spinell. Xllf. O; O + RD; RD; O + PW; O + RD + PW; O + RD + PW + W; O + RD + PO + PW. Spltb. schwierig. — H. = 8. Br. muschlig; spröde. D. = 3,6. Starker Glasglanz; pellucid. — Subst. = $\dot{Mg}\,\ddot{\bar{Al}}$.

h. Chlorhydrogenide.

13. Salmiak. Xllf. O; W; Tz; RD. Spltb. deutlich. H. = 1—2. Br. muschlig; milde. D. = 1,5. Glasglanz; pellucid. — Subst. = $(NH^3) + (Cl\ H)$.

i. Doppelsalze.

14. Alaun. Xllf. O; O + W; W; O + W + RD. Spltb. unvollkommen. — H. = 2—3. Br. muschlig; wenig spröde. D. = 1,7. Glasglanz; pellucid. — Subst. meistens = $\dot{K}\,\dddot{S} + \ddot{\bar{Al}}\,\dddot{S} + 24\,\dot{H}$; übrigens ($\dot{K}$, $\dot{Na}$, $\dot{Fe}$, $\dot{Mg}$, $\dot{Mn}$, NH^3) $\dddot{S}$ + ($\ddot{\bar{Al}}$, $\ddot{\bar{Fe}}$, $\ddot{\bar{Cr}}$) $\dddot{S} + 24\,\dot{H}$.

15. Helvin. Xllf. $\frac{o}{2}$; $\frac{o}{2} + \frac{o'}{2}$; $\frac{o}{2} + \frac{tz'}{2}$. Spltb. unvollkommen, auch parallel den $\frac{o'}{2}$-Flächen. — H. = 6. Br. uneben; spröde. D. = 3,2. Glasartiger Fettglanz; sehr

schwach pellucid; charakt. Farbe: ölgelb. — Subst. = $\dot{Mn}$, $\dot{Mn}$, $\dot{Fe}$, $\ddot{Be}$, $\ddot{Si}$, $\dddot{Al}$, in noch nicht genau bekannten Verhältnissen.

Zweite Reihe.

Tesseral spaltbare isometrische Mineralxlle.

a. Gediegene Elementarstoffe.

1. Gediegen Gold. Xllf. W; W + O; O; W + Tz; Tz; W + RD; RD; W + O + RD; W + PW; PW. Spltb. sehr gering. Häufig sind Dendriten. — H. = 2—3. Br. hakig; vollkommen dehnbar und geschmeidig. D. = 19. Metallglanz; opak, jedoch in sehr dünnen Blättchen grünes Licht durchlassend; charakteristische Farbe: goldgelb. — Subst. = Au.

2. Gediegen Silber. Xllf. W; W + O; O; W + PW; PW; Tz; Tz + O. Spltb. nicht bemerkbar. Häufig dendritisch. — H. = 2—3. Br. hakig; dehnbar und geschmeidig. D. = 10,5. Metallglanz; opak; charakteristische Farbe: silberweiß. — Subst. = Ag.

3. Gediegen Kupfer. Xllf. W; W + O; O; W + RD; RD; W + O + RD; W + PW; PW; W + PW + RD + O. Spltb. nicht bemerkbar. Häufig dendritisch. — Br. hakig; dehnbar und geschmeidig. D. = 8,5. Metallglanz; opak; charakteristische Farbe: kupferroth. — Subst. = Cu. Das Kupfer bei gewöhnlicher Temperatur xllisirt ist isometrisch; aus dem Schmelzflusse xllisirt es orthorhombisch.

b. Sulfide.

4. Silberglanz. Xllf. W; W + O; O; W + RD; RD; W + O + RD; W + Tz; Tz. Spltb. undeutlich, auch nach den RD-Flächen in ganz geringem Grade. — H. = 2 — 3. Br. muschlig — uneben; vollkommen geschmeidig. D. = 7. Metallglanz; opak; charakt. Farbe: schwärzlichgrau. — Subst. = $\acute{Ag}$.

5. Bleiglanz. Xllf. W; W + O; O; W + O + RD; O + RD; Tz; W + Tz + O; W + Tz + O + RD. Spltb. ausgezeichnet vollkommen. — H. = 2—3. Br. muschlig, selten zu beobachten, wegen der vorherrschenden Spaltbarkeit; milde. D. = 7,5. Metallglanz; opak; charakt. Farbe: bleigrau. — Subst. = $\acute{Pb}$.

6. Kobaltglanz. Xllf. $\frac{pw}{2}$; $\frac{pw}{2}$ + W; W; $\frac{pw}{2}$ + O; O; $\frac{pw}{2}$ + W + O; W + O. Spltb. vollkommen. — H. = 5—6. Br. muschlig — uneben; spröde. D. = 6,2. Metallglanz. opak; charakt. Farbe: röthlich silbergrau. — Subst: = $\acute{\acute{Co}}$ (häufig $Co\,S^2$ + $Co\,As^2$.

7. Nickelglanz. Xllf. W; W + O; W + O + $\frac{pw}{2}$. Spltb. deutlich. — H. = 5—6. Br. uneben; spröde. D. = 6,8. Metallglanz; opak; charakt. Farbe: licht bleigrau. — Subst. = $\acute{\acute{Ni}}$ (häufig $Ni\ S^2$ + $Ni\ As^2$).

8. Eisenkies (Schwefelkies. Xllf. $\frac{pw}{2}$; $\frac{pw}{2}$ + W; W; $\frac{pw}{2}$ + O; $\frac{pw}{2}$ + O + W; $\frac{pw}{2}$ + O; O; O + W; $\frac{pw}{2}$ + PO; $\frac{pw}{2}$ + Tz; $\frac{pw}{2}$ + Tz + W; PO; $\frac{pw}{2}$ + Tz + O; $\frac{pw}{2}$ + Tz; + O + W; Tz + O + W. Spltb. nicht sehr vollkommen; ebenfalls parallel den O-Flächen. Die Würfelflächen sind häufig jede in verschiedener Richtung gereift (Fig. 886), nämlich parallel den Kanten, welche die Pentagonaldodekaederflächen mit den Würfelflächen bilden würden, wenn sie vorhanden wären; es sind diese Reifen in der That als zahlreiche derartige Kanten zu betrachten, von Pentagonaldodekaederflächen, welche sich bilden wollten, die jedoch unter den uns unbekannten Einflüssen, welche gebieterisch die Würfelform forderten, immer wieder von den Würfelflächen verdrängt wurden. — H. = 6—7. Br. muschlig — uneben; spröde. D. = 5. Metallglanz; opak; charakt. Farbe: speißgelb. — Subst. = $\acute{\acute{Fe}}$. Dasselbe Schwefeleisen findet sich orthorhombisch xllisirt als Strahlkies.

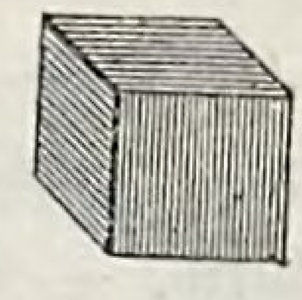


Fig. 886. Ein Würfel mit Reifen auf den Flächen, parallel den Kanten, welche die W-Flächen mit den $\frac{pw}{2}$-Flächen bilden würden.

9. Manganglanz. Xllf. W + O. Spltb. deutlich. — Br. uneben — unvollkommen muschlig; wenig spröde. D. = 4. Metallglanz; opak; charakt. Farbe: eisenschwarz. — Subst. = $\acute{Mn}$.

c. Arsenide.

10. Speiskobalt. Xllf. W; W + O; O; W + RD; W + O + RD. Spltb. höchst vollkommen, in geringem Grade auch nach den O- und den RD-Flächen. — H. = 5—6. Br. uneben; spröde. D. = 6,5. Metallglanz; opak; charakt. Farbe: zinnweiß. — Subst. = $Co\ As^2$.

11. Arsenikkobaltkies. Xllf. W + O + RD; W + Tz; W + Tz + RD; Tz. O + Tz + RD. Spltb. deutlich. — H. = 5—6. Br. muschlig; spröde. D. = 6,7. Starker Metallglanz; opak. — Subst. = $Co\ As^3$.

d. Chloride.

12. Silberhornerz. Xllf. W; W + O; O; W + RD; RD. Spltb. sehr gering. — H. = 1—2. Br. flachmuschlig; geschmeidig, biegsam. D. = 5,5. Fettglanz, häufig demantartig; sehr schwach pellucid. — Subst. = $Ag\ Cl$.

13. Steinsalz (Kochsalz). Xllf. W; W + O; W + RD; RD; W + PW. Spltb. sehr vollkommen. Bei der Xllisation durch Verdampfung einer wässerigen Lösung bilden sich sehr eigenthümliche Xllgruppen. Sobald nämlich ein kleiner Würfel an der Oberfläche des Wassers, wo die Verdunstung stattfindet, entstanden ist, so sinkt derselbe, seiner größeren Dichtigkeit wegen, unter. Allein sogleich setzen sich um seine obere Kante zahlreiche neue Würfel, welche ihn mit einem hervorragenden Rande umgeben; die ganze Gruppe sinkt sogleich wieder; aber an den Rand der ersten Gruppe fügt sich sogleich ein größerer, aus viel zahlreicheren Würfeln bestehender. Indem sich diese Gruppirung in derselben Weise eine Zeit lang fortsetzt, bis daß ein Zufall den entstandenen quadratisch hohlpyramidenförmigen Nachen umwirft und zu Grunde sinken läßt, so entstehen jene Gruppen (Fig. 887), welche das aus Salzlösungen, sogenannten Salzsoolen, gewonnene Kochsalz so häufig zeigt, von welchen sich aber auch im Erdboden mitunter deutliche Spuren vorfinden, welche ebenfalls durch Verdunstung von Salzsoolen entstanden zu sein scheinen. — H. = 2. Br. muschlig; wenig spröde. D. = 2,2. Fettglanzartiger Glasglanz; pellucid. Nach Bestrahlung mit dem Sonnenlichte (Insolation) vorübergehend im Dunkeln leuchtend. — Subst. = NCl. Das Chlornatrium, wenn es aus dem Schmelzflusse erstarrt, zeigt Spuren orthorhombischer Xllisation, welche jedoch rasch durch zahlreiche, den Würfelflächen parallele Risse und Sprünge unerkennbar werden.

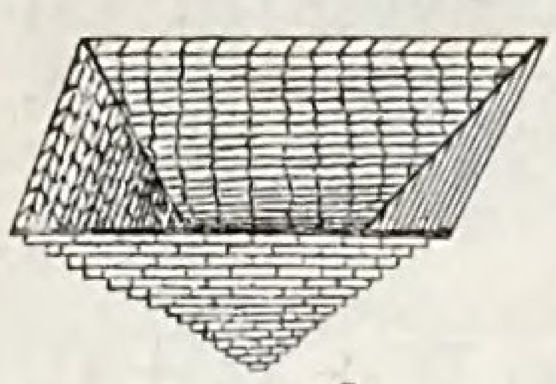


Fig. 887. Eine quadratisch hohlpyramidenförmige Gruppe von Steinsalzwürfeln.

e. Doppelsalze.

14. Leucit. Xllf. Tz. Da der Leucit noch nie eine andere Xllform als das Trapezoeder gezeigt hat, so nennt man diese Form deßhalb auch wohl die Leucitform oder das Leucitoeder. Spltb. höchst unvollkommen. — H. = 5—6. Br. muschlig; spröde. D. = 2,4. Glasglanz, bisweilen fettglanzartig; pellucid. — Subst. = $\dot{K}^3\ \dddot{Si}^2 + 3\ \dddot{Al}\ \dddot{Si}^2$.

15. Analcim. Xllf. W; W + Tz; Tz. Spltb. unvollkommen. — H. = 5—6. Br. uneben — unvollkommen muschlig; spröde. D. = 2,2. Glasartiger Perlmutterglanz; pellucid. — Subst. = $\dot{Na}^3\ \dddot{Si}^2 + 3\ \dddot{Al}\ \dddot{Si}^2 + 6\ \dot{H}$.

16. Würfelerz. Xllf. W; W + O; W + $\frac{o}{2}$; W + RD; W + O + RD; W + Tz + O; W + PO + O; W + $\frac{tz}{2}$ + $\frac{o}{2}$. Spltb. unvollkommen. — H. = 2—3. Br. uneben — muschlig; wenig spröde. D. = 3. Glasglanz mitunter demantartig; sehr schwach pellucid. — Subst. = $\dot{Fe}^3\ \dddot{As} + \ddot{Fe}^3\ \dddot{As}^2 + 18\ \dot{H}$.

Dritte Reihe.

Rhombendodekaedrisch spaltbare isometrische Mineralxlle.

a. Gediegene Amalgame.

1. Silberamalgam. Xllf. RD; RD + O; RD + W; RD + Tz; RD + W + Tz; RD + HO + Tz + PW + W + O. Spltb. gering. — H. = 3. Br. muschlig — uneben; wenig spröde. D. = 13,8. Metallglanz; opak; char. Farbe: silberweiß. — Subst. = $Ag\ Hg^3$.

b. Sulfide.

2. Zinkblende. Xllf. RD; RD + O; O; RD + $\frac{o}{2}$; RD + $\frac{o}{2}$ + $\frac{o'}{2}$; O + W; O + $\frac{po}{2}$ + $\frac{po}{2}$; O + $\frac{po}{2}$ + $\frac{o}{2}$; $\frac{po}{2}$ + $\frac{o}{2}$; W; RD + $\frac{pw}{2}$ + $\frac{o}{2}$; RD + $\frac{pw}{2}$ + O; $\frac{pw}{2}$ + O; RD + $\frac{pw}{2}$ + $\frac{o}{2}$ + $\frac{tz}{2}$; $\frac{pw}{2}$ + $\frac{o}{2}$ + $\frac{tz}{2}$; $\frac{pw}{2}$ + $\frac{o}{2}$ + $\frac{tz'}{2}$ + $\frac{o'}{2}$. Spltb. sehr vollkommen. — H. = 4. Br. muschlig; spröde. D. = 4. Demantglanz; opak oder pellucid. Durch Ritzen mit einem spitzen Instrumente momentan phosphorisch leuchtend. — Subst. = Źn.

c. Doppelsalze.

3. Granat. Xllf. RD; RD + Tz; Tz; RD + HO; RD + HO + Tz. Spltb. unvollkommen. Die Tz-Flächen sind parallel den RD-Kanten gereift. Es scheint, daß eine Hinneigung zur Darstellung gewisser Flächen, welche sich in diesen Reifungen äußert, auch als die Ursache der bei diesen Xllen und fast noch ausgezeichneter bei dem Demant häufig bemerkbaren Krümmungen der Flächen anzusehen ist, durch welche die Rhombendodekaeder, welche man wegen ihres Vorherrschens bei den Granaten auch wohl Granatformen oder Granatoeder nennt, sowie die Trapezoeder und Hexakisoktaeder mitunter fast kugelförmig erscheinen (Fig. 888). — H. = 7. Br. muschlig — uneben — splitterig; spröde. D. = 3,5—4,2. Fettartiger Glasglanz; pellucid, oft äußerst schwach. — Subst. = $\dot{R}^3\ \ddot{Si} + \overline{\ddot{R}}\ \ddot{Si}$ ($\dot{R}$ bedeutet $\dot{Ca}$, oder $\dot{Mg}$, oder $\dot{Fe}$, oder $\dot{Mn}$; $\overline{\ddot{R}}$ bedeutet $\overline{\ddot{Al}}$, oder $\overline{\ddot{Fe}}$, oder $\overline{\ddot{Gr}}$). Man hat hienach, wie beim Alaun, eine große Zahl verschiedener Granate zu unterscheiden: Thonkalkerdegranat = Grossular; Thontalkerdegranat; Thonerdeeisenoxydulgranat = Almandin, Pyrop; Thonerdemanganoxydulgranat; Eisenoxydkalkerdegranat = Melanit; Chromoxydkalkerdegranat = Uwarowit u. s. w. Die nämliche Substanz bildet quadratisch xllisirt den Idokras.

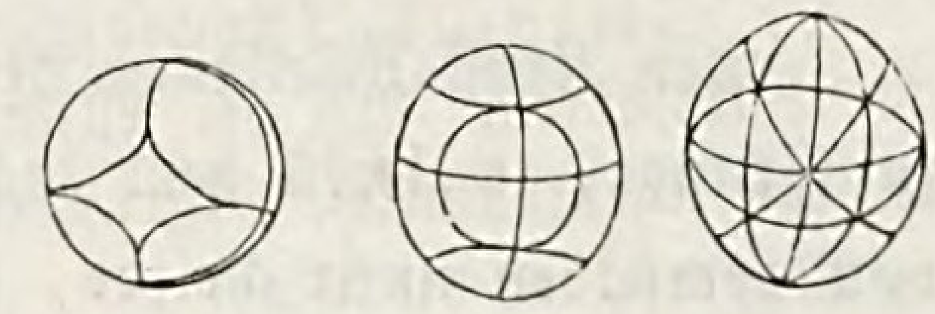


Fig. 888. Kugelähnliche Xllformen.

4. Sodalith. Xllf. RD; RD + W; RD + W + Tz. Spltb. vollkommen — H. = 6. Br. muschlig — uneben; spröde. D. = 2,4. Glasglanz; pellucid. — Subst. = $\dot{Na}^3\ \ddot{Si}^2 + 2\ \overline{\ddot{Al}}\ \ddot{Si}$.

5. Hauyn. Xllf. RD; RD + Tz; RD + W; RD + O; RD + Tz + O. Spaltb. deutlich. — H. = 6. Br. muschlig — uneben; spröde. D. = 2,3. Glasglanz; pellucid. Subst. = $\ddot{Si}$, $\overline{\ddot{Al}}$, $\overline{\ddot{Fe}}$, $\dot{Ca}$, $\dot{K}$, $\ddot{S}$, in noch nicht genau bekanntem Verhältnisse.

6. Lasurstein. Xllf. RD. Spaltbarkeit unvollkommen. — H. = 5—6. Br. uneben — muschlig; spröde. D. = 2,7. Schwacher Glasglanz; pellucid; charakterist. Farbe: lasurblau. — Subst. sehr ähnlich der des Hauyn und noch nicht genau bekannt.

Anhang: Künstliche Xlle des isometrischen Systemes.

Folgende Krystalle des isometrischen Systemes hat man bislang noch nie im Erdboden angetroffen, sondern nur im chemischen Laboratorium erhalten.

a. Elementarstoffe. Phosphor, Titan, Quecksilber, Uran, Zinn, Blei, Cadmium, Zink. Der Phosphor ist außer seinem xllinischen Zustande, in welchem er erbsengelb ist, auch in amorphem Zustande bekannt, und erscheint in diesem schwarz.

b. Chloride: Chlorkalium, dem Steinsalze isomorph.

c. Bromide: Bromkalium } ebenfalls dem Steinsalze isomorph.
d. Jodide: Jodkalium }

e. Oxyde: Antimonoxyd ($\overline{\ddot{Sb}}$) xllisirt durch Sublimation in Oktaedern, wie die arsenige Säure (Seite 1097), welche als Mineral wahrscheinlich ebenfalls nie isometrisch vorkommt, und daher auch hieher gehören würde; als Mineral ist die „Antimonblüthe" orthorhombisch, wie die „Arsenikblüthe".

f. Sauerstoffsalze: Salpetersaures Bleioxyd; salpetersaurer Strontian, salpetersaurer Baryt.

g. Doppelsalze: Der Chromalaun und der Manganalaun sind noch nicht anders als „künstlich" aufgefunden worden. Alle künstlichen Xlle besitzen entweder nur die Flächen einer einzigen Form, oder doch nur sehr wenig verwickelte Combinationen. Es scheint dieses mit der Einfachheit der Verhältnisse zusammen zu hangen, unter welchen wir im chemischen Laboratorium die Xllisationen vor sich gehen lassen, während dagegen offenbar die Mannigfaltigkeit der Einwirkungen in dem so mannigfach gemengten Erdboden oder Meeresschlamme sehr groß sein muß.

II. Das Quadratische System.

Den Krystallisationen des quadratischen Systemes liegt ein Axenverhältniß zu Grunde, welches dem des isometrischen Systemes ähnlich ist, sich aber dadurch von demselben unterscheidet, daß von den dreien sich rechtwinklig in den drei Richtungen des Raumes kreuzenden Axen nur zwei unter einander gleichartig sind, während die dritte ungleichartig ist. Diese Ungleichartigkeit der dritten Axe, welche letztere man bei der krystallologischen Betrachtung die Hauptaxe nennt und senkrecht gestellt denkt, äußert sich nicht allein dadurch, daß dieselbe bald länger, bald kürzer erscheint, als die beiden horizontalen „Nebenaxen", sondern selbst in dem Falle, wo sie diesen an Länge gleich ist, erleidet sie Veränderungen, an welchen jene nicht theilnehmen und welche diese Axe daher als eine ungleichartige charakterisiren. Denkt man sich die Endpunkte des beschriebenen Axenkreuzes durch Flächen verbunden, so bekommt man einen achtflächigen bipyramidalen (d. h. eine obere und eine untere, hier vierflächige, Pyramide darstellenden) Körper, wecher sich von dem isometrischen Oktaeder nur durch die abweichende Länge der Hauptaxe unterscheidet. Der horizontale Durchschnitt dieses Oktaeders ist ein Quadrat und die je vier Flächen des oberen und unteren Gipfels sind nicht gleichseitige, sondern bald stumpf-, bald spitzwinklige gleichschenklige Dreiecke. Danach unterscheidet man stumpfe Quadratoktaeder (Fig. 889), bei welchen die Hauptaxe kürzer ist als die Nebenaxen, und spitze Quadratoktaeder (Fig. 890), bei welchen die Hauptaxe länger ist als die Nebenaxen. Solcher Quadratoktaeder (QO) sind unendlich viele stumpfere und spitzere denkbar; jedoch können nach dem Gesetze der Axenverhältnisse (S. 1088) nur solche bei einer und derselben Mineralsubstanz vorkommen, deren Hauptaxen durch Multiplikation mit einer ganzen Zahl oder Bruchzahl aus einander ableitbar sind.

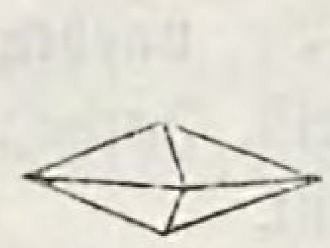


Fig. 889.

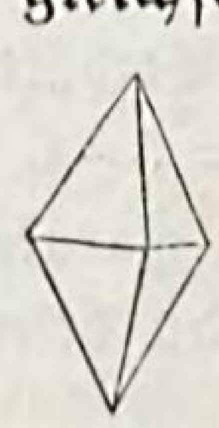


Fig. 890.

Fig. 889. Ein stumpfes Quadratoktaeder. QO.

Fig. 890. Ein spitzes Quadratoktaeder. QO.

Solche Quadratoktaeder, welche man zu einer „Krystallreihe" rechnet, sind combinationsfähig, d. h. ihre Flächen können gemeinsam an einem Krystalle vorkommen. Es erscheinen dann immer die Flächen der stumpferen Quadratoktaeder als Zuspitzungen der beiden durch die Hauptaxe verbundenen Gipfel der spitzeren (Fig. 891), und umgekehrt die Flächen der spitzeren Quadratoktaeder erscheinen als Zuschärfungen der vier horizontalen Kanten, der sogenannten Randkanten, der minder spitzen Quadratoktaeder (Fig. 892).

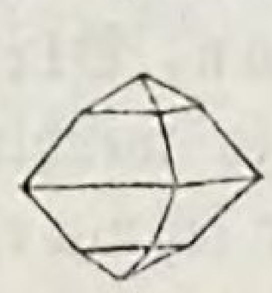


Fig. 891.

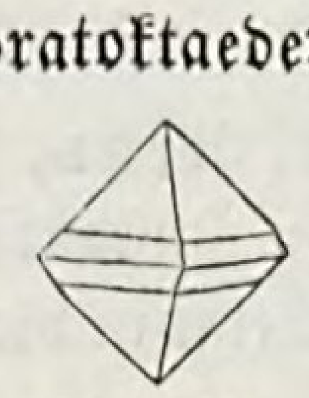


Fig. 892.

Fig. 891. Ein spitzes Quadratoktaeder zugespitzt durch die Flächen eines stumpfen Quadratoktaeders. QO + QO.

Fig. 892. Ein spitzes Quadratoktaeder an den Randkanten zugeschärft durch die Flächen eines spitzeren Quadratoktaeders. QO + QO.

Die Veränderungen, welche an den Quadratoktaedern vorgehen können, ohne das Gesetz der Symmetrie zu verletzen, betreffen entweder die Gipfelkanten für sich, oder die Randkanten für sich, oder die Gipfelecken allein, oder die Randecken allein, nie beiderlei Theile gleichartig, denn es ist keine Gleichartigkeit zwischen Gipfelkanten und Randkanten, noch zwischen Gipfelecken und Randecken.

Außer den stumpferen und spitzeren Quadratoktaedern, welche zu einander in obigen Beziehungen stehen, können im quadratischen Systeme die Flächen anderer Quadratoktaeder (QO′) vorkommen, welche eine solche Lage in Bezug auf jene Quadratoktaeder einnehmen, daß ihre Randkanten parallel sind den Diagonalen des quadratischen Horizontaldurchschnittes jener. Diese erscheinen theils als Abstumpfungen der Pyramiden- oder sogenannten Gipfelkanten jener ersten Quadratoktaeder (Fig. 893 und 894), theils als Zuspitzung ihrer Gipfel von den Kanten aus (Fig. 895), theils als Zuschärfungen der Randecken von den

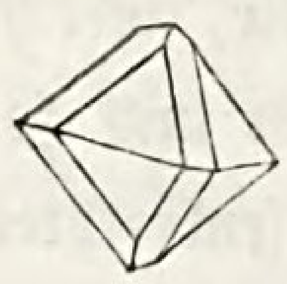


Fig. 893.

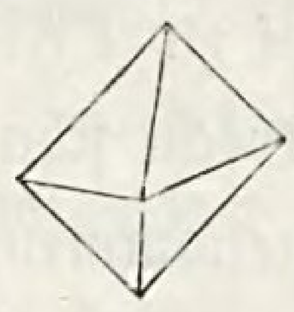


Fig. 894.

Fig. 893. Ein Quadratoktaeder mit abgestumpften Gipfelkanten. Die Abstumpfungsflächen führen zu einem Quadratoktaeder in „diagonaler“ Stellung.
QO + QO′.

Fig. 894. Ein diagonales Quadratoktaeder, entstanden durch Vergrößerung der Flächen, welche die Gipfelkanten eines Quadratoktaeders abstumpfen.
QO′.

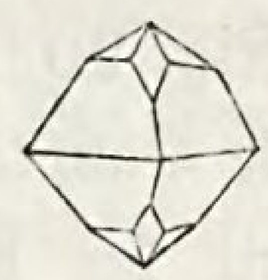


Fig. 895.

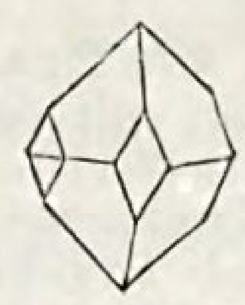


Fig. 896.

Fig. 895. Ein Quadratoktaeder, dessen Gipfel von den Gipfelkanten aus zugespitzt sind. Die Zuspitzungsflächen führen zu einem stumpferen diagonalen Quadratoktaeder.
QO + QO′.

Fig. 896. Ein Quadratoktaeder an den Randecken von den Gipfelkanten aus zugeschärft. Die Zuschärfungsflächen führen zu einem (hier spitzeren) diagonalen Quadratoktaeder.
QO + QO′.

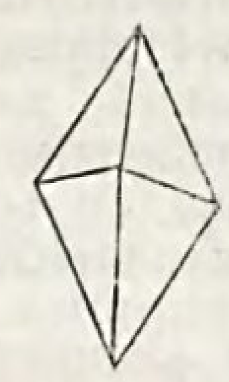


Fig. 897.
Ein spitzes Quadratoktaeder, wie es aus der Vergrößerung derjenigen Flächen hervorgeht, welche die Randecken eines anderen Quadratoktaeders von den Gipfelkanten aus zuschärfen.
QO′.

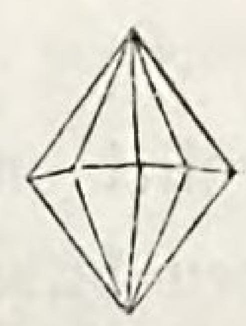


Fig. 898. Ein Doppelquadratoktaeder. QO + QO′.

Gipfelkanten aus (Fig. 896). In letzterem Falle können entweder spitzere diagonale Quadratoktaeder (Fig. 897) entstehen, oder es können die Zuschärfungsflächen eine Neigung haben, welche derjenigen der Flächen des ursprünglichen „primären“ Quadratoktaeders ähnlich ist, wodurch dann die Entstehung eines Doppelquadratoktaeders (Fig. 898) ermöglicht wird, dessen Horizontaldurchschnitt ein gleichwinkliges, aber abwechselnd ungleichseitiges Oktogon (Achteck) ist. Gleichseitig kann das entstehende Oktogon nie sein, denn es würden sonst die Diagonalen des quadratischen Horizontaldurchschnittes des primären Quadratoktaeders durch die Zuschärfung der Randecken gleich werden müssen den Linien, welche die Mittelpunkte der gegenüberliegenden Randkanten desselben Quadratoktaeders verbinden, oder mit andern Worten, es müssen die Diagonalen durch die Veränderung gleich werden den Seiten des Quadrates, was nach dem Gesetze der Symmetrie unmöglich ist. Daher erkennt man immer aus der Ungleichartigkeit der Flächen die Entstehung eines solchen Doppeloktaeders aus der Combination zweier Quadratoktaeder, eines primären (QO) und eines diagonalen (QO′). — Die Zuschärfung der Gipfelkanten (Fig. 899) führt zur Entstehung eines Dioktaeders (DO), d. h. Zweimalachtflächners, dessen Horizontaldurchschnitt ein gleichseitiges, aber abwechselnd ungleichwinkliges Achteck darstellt. Gleichwinklig kann das Achteck nie werden, weil sonst wiederum die Diagonale des Horizontaldurchschnittes des

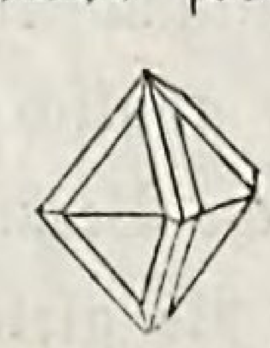


Fig. 899. Ein Quadratoktaeder mit zugeschärften Gipfelkanten. Die Zuschärfungsflächen führen zur Ableitung eines Dioktaeders.
QO + DO.

primären Quadratoktaeders durch die Verlängerung den Seiten desselben gleich werden müßte, was eben nicht zulässig ist. Es sind natürlich Dioktaeder mit stumpferen und mit minder stumpfen Zuschärfungskanten möglich. Ebenso aber auch Dioktaeder mit stumpferen und spitzeren Gipfeln. Die Flächen eines stumpferen Dioktaeders erscheinen als achtflächige Zuspitzung der Gipfel des primären Quadratoktaeders, je zweiflächig von den primären Flächen aus (Fig. 900); die Flächen eines spitzeren Dioktaeders dagegen, wie (Fig. 901), bilden eine vierflächige Zuspitzung der Randecken des primären Quadratoktaeders von den primären Flächen aus (Fig. 902).

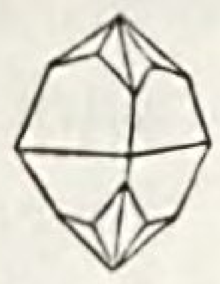


Fig. 900. Ein Quadratoktaeder mit zweiflächig von den Flächen aus zugespitzten Gipfeln. Die Zuspitzungsflächen führen zu einem stumpferen Dioktaeder. QO + DO.

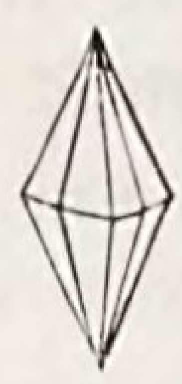


Fig. 901. Ein spitzes Dioktaeder DO.

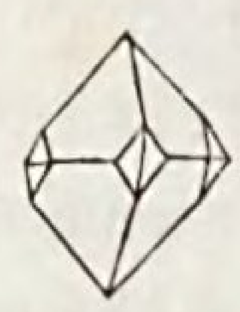


Fig. 902. Ein Quadratoktaeder durch die Flächen eines spitzeren Dioktaeders von den primären Flächen aus an den Randecken vierflächig zugespitzt. QO + DO.



Fig. 903. Ein Quadratoktaeder mit abgestumpften Gipfeln. Die Abstumpfungsflächen sind basische Flächen. QO + b.

Die Abstumpfung der Gipfel (Fig. 903) ergibt zwei Flächen, welche die Hauptaxe senkrecht schneiden und somit bei der angenommenen senkrechten Stellung dieser Axe horizontal liegen. Sie sind dem Horizontaldurchschnitte parallel, welcher gleichsam die Basis (Grundfläche) der beiden quadratischen Pyramiden bildet, aus denen das Quadratoktaeder besteht. Man nennt sie daher auch wohl basische Flächen (b). Nicht selten ist durch diese Flächen die Abstumpfung der Pyramidengipfel so stark, daß die Quadratoktaederflächen fast ganz verschwunden sind. Solche Xlle heißen quadratische Tafeln.

Die Abstumpfung der Randkanten (Fig. 904) der Quadratoktaeder ruft rektanguläre Flächen hervor, welche Säulen oder Prismen von quadratischem Querschnitte (QP) darstellen, deren Kanten der Hauptaxe des Quadratoktaeders parallel stehen (Fig. 905). Verbinden sich mit den Flächen des quadratischen Prismas

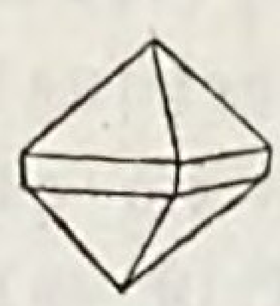


Fig. 904.

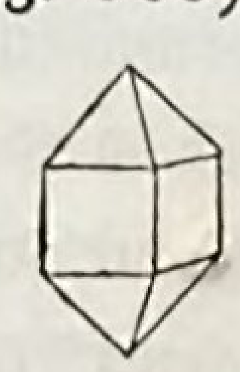


Fig. 905.

Fig. 904. Ein Quadratoktaeder mit abgestumpften Randkanten. Die Abstumpfungsflächen führen zu einem quadratischen Prisma. QO + QP.

Fig. 905. Ein Quadratoktaeder mit den Flächen des quadratischen Prisma's. QO + QP.

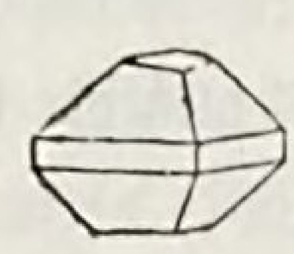


Fig. 906.

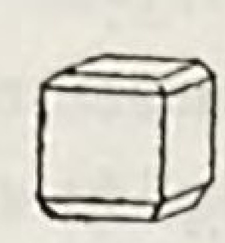


Fig. 907.

Fig. 906. Ein Quadratoktaeder mit den Flächen des quadratischen Prismas und den basischen Flächen. QO + QP + b.

Fig. 907. Ein Quadratoktaeder mit den Flächen des quadratischen Prisma's und den basischen Flächen. QO + QP + b.

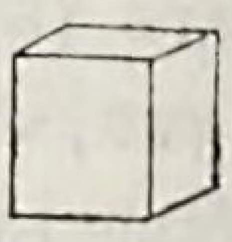


Fig. 908. Ein quadratisches Prisma mit den basischen Flächen. QP + b.

die basischen Flächen (Fig. 906 und 907), so führt diese Combination zu horizontal abgestumpften quadratischen Prismen (Fig. 908), welche mitunter einem Würfel sehr ähnlich sein können, sich jedoch von diesem sogleich unterscheiden, wenn irgend welche Veränderungsflächen erscheinen, indem nicht alle Kanten oder Ecken, sondern nur die gleichartigen durch die Veränderungen gleichartig betroffen sind.

Die Abstumpfung der Randecken der Quadratoktaeder (Fig. 909 u. 910) führt ebenfalls zur Darstellung eines quadratischen Prismas (QP'), welches sich aber in Beziehung auf das so eben betrachtete „normale" in diagonaler Stellung befindet. Auch dieses Prisma ist oft mit der basischen Fläche und

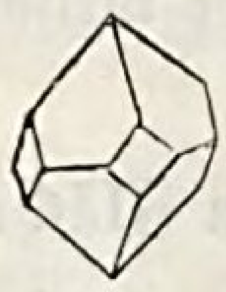



Fig. 909. Fig. 910.

Fig. 909. Ein Quadratoktaeder mit abgestumpften Randecken. Die Abstumpfungsflächen gehören einem diagonalen quadratischen Prisma an.
QO + QP'.

Fig. 910. Ein Quadratoktaeder mit den Flächen des diagonalen quadratischen Prismas.
QO + QP'.




Fig. 911. Fig. 912.

Fig. 911. Ein Quadratoktaeder mit abgestumpften Gipfel- und Randecken. QO + QP' + b.

Fig. 912. Ein Dioktaeder mit abgestumpften Gipfeln und Quadratoktaederrandecken.
DO + QP' + b.

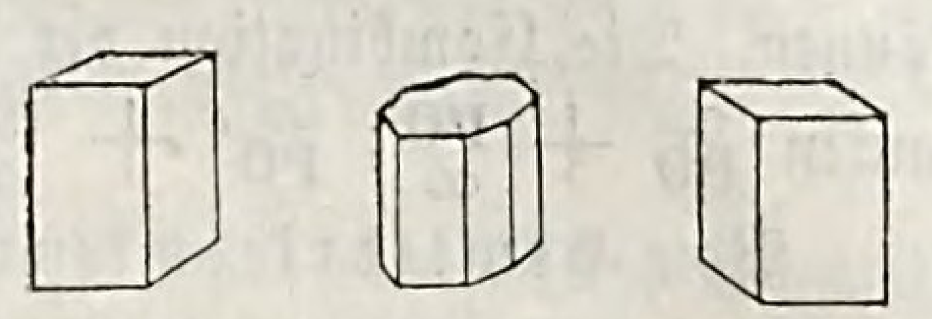
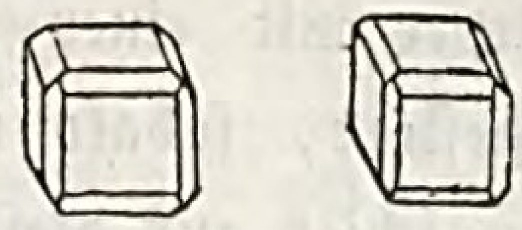


Fig. 913. Das normale quadratische Prisma mit den Flächen des diagonalen quadratischen Prismas, welche seine Seitenkanten abstumpfen, und den basischen Flächen — einzeln und in Combination.
QP + b. — QP + QP' + b. — QP' + b.

außerdem mit dem Quadratoktaeder oder dem Dioktaeder combinirt (Fig. 911 und 912). Beide quadratischen Prismen nebst der basischen Fläche in einer Combination ergeben ein doppelquadratisches Prisma mit horizontalen Endflächen (Fig. 913), welche, wie der Horizontaldurchschnitt des Prismas, eine gleichwinklig aber ungleichseitig octogonale Gestalt haben. Die Combination des doppelquadratischen Prismas mit den Quadratoktaederflächen und den basischen Flächen kann mitunter (Fig. 914) zufällig große Aehnlichkeit besitzen mit dem Würfel, dessen Kanten durch die Rhombendodekaederflächen abgestumpft sind. Es bedarf indessen in einem solchen Falle nur einer genauen Winkelmessung, um darzuthun, daß hier die Quadratoktaederflächen gegen die basischen Flächen eine andere Neigung haben, als gegen die Flächen des normalen quadratischen Prismas. —



a b

Fig. 914. a Ein doppelquadratisches Prisma mit den Flächen des Quadratoktaeders und den basischen Flächen.
QO + QP + QP' + b.
b. Ein Würfel mit abgestumpften Kanten.
W + RD.

Die Zuschärfung der Randecken des Quadratoktaeders von den Randkanten aus (Fig. 915) ergibt Flächen, welche ebenfalls ein octogonales Prisma (OP) bilden, wenn sie sich mit einander verbinden, jedoch ein solches, welches ungleichwinklig, aber gleichseitig ist.

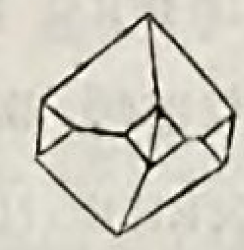


Fig. 915. Ein Quadratoktaeder, dessen Randecken von den Randkanten aus zugeschärft sind. Die Zuschärfungsflächen führen zur Bildung eines octogonalen Prismas.
QO + OP.

Denkt man sich eine Doppelpyramide sehr spitz, so muß dadurch der Winkel der Randkanten sehr stumpf werden. Man kann sich vorstellen, daß diese Stumpfheit so weit gehe, daß die Randkanten dem Auge kaum noch bemerkbar erscheinen, so daß die unteren Pyramidenflächen somit von den oberen kaum mehr unterscheidbar sind. Eine solche Doppelpyramide würde freilich außerordentlich spitz sein müssen. Ja, denkt man sich die Hauptaxe unendlich lang, so würde der Winkel der Randkanten 180° betragen, d. h. die beiden Schenkel des Winkels würden eine gerade Linie bilden, und somit würden die oberen Pyramidenflächen wirklich mit den unteren in eine gemeinsame Ebene fallen. Daher dürfte man die Flächen der Prismen betrachten als Flächen von unendlich spitzen Pyramiden, und man könnte sie demnach bezeichnen $\overset{\infty}{QO}$, $\overset{\infty}{QO}'$, $\overset{\infty}{DO}$ anstatt QP, QP', OP. Ebenso leuchtet es ein, daß die Pyramidengipfel um so stumpfer werden müssen, je länger die Nebenaxen sind im Vergleich zur Hauptaxe. Denkt man sich die Nebenaxen unendlich lang, so müssen die Gipfel so stumpf sein, daß die Gipfelkantenwinkel 180° betragen und somit müssen dann alle Gipfelflächen in eine gemeinsame Ebene fallen. Es entstehen so die basischen Flächen, welche man demnach als unendlich stumpfe Doppelpyramiden betrachten und demnach mit $\underset{\infty}{QO}$ bezeichnen kann, anstatt mit b. Diese Erklärung zeigt, wie die Prismen mit den Pyramiden unter einen Gesichtspunkt gezogen werden

können. Die Combination der Prismenflächen mit den basischen Flächen würde hienach lauten $\frac{\infty}{PO} + \frac{PO}{\infty}$; $\frac{\infty}{PO'} + \frac{PO'}{\infty}$; $\frac{\infty}{DO} + \frac{DO}{\infty}$. —

Von Hemiedrieen kommen im quadratischen Systeme die halbzähligen Flächen des Quadratoktaeders vor: die quadratischen Tetraeder ($\frac{qo}{2}$ und $\frac{qo}{2}$), welche jedoch gewöhnlich die vier anderen Flächen des Quadratoktaeders als Abstumpfungsflächen der Ecken zeigen. — Außerdem erscheinen bisweilen die Flächen des Dioktaeders in der Weise hemiedrisch ($\frac{do}{2}$), daß von den vier Dioktaederflächen, welche als Zuspitzung einer jeden Randecke auftreten sollten, nur die eine seitliche Hälfte ausgebildet ist.

Die Mineralsubstanzen, welche im quadratischen Systeme xllisiren, gestatten nur in einer einzigen Richtung den ungebrochenen Durchgang senkrecht auf parallele Flächen fallender Lichtstrahlen. Diese Richtung, welche die optische Axe genannt wird, ist eben die der Hauptaxe. Wenn man daher einen quadratisch xllisirten Körper mit einer b=Fläche auf eine Zeile im Buche legt, so sieht man die Zeile ungestört, sobald man das Auge senkrecht über der andern b=Fläche hält. Sieht man schief auf dieselbe Fläche, so erscheint nicht allein die Zeile gebrochen, sondern man sieht die Buchstaben derselben doppelt. In einer jeden, nicht der Hauptaxe parallelen Richtung wird nämlich der durchfallende Lichtstrahl getheilt und jeder Theil desselben in verschiedenem Grade gebrochen, so daß man den Gegenstand, von welchem der Lichtstrahl ausgeht, doppelt zu sehen glaubt, wobei man freilich jedes einzelne Bild desselben minder deutlich sieht. Diese doppelte Strahlenbrechung unterscheidet die Quadratoktaeder und alle anderen Xlle des quadratischen Systemes mit Sicherheit von den isometrischen, wenn sie diesen auch noch so ähnlich erscheinen sollten. — Ein anderer Umstand, durch welchen sich die Ungleichartigkeit der Flächen gerade solcher Xllformen, welche Verwechselungen mit dem isometrischen Systeme gestatten könnten, oft sehr deutlich ausspricht, ist die Verschiedenheit des Glanzes z. B. auf den gegen die Hauptaxe senkrecht liegenden b=Flächen und den mit dieser Axe parallelen Prismenflächen. — Endlich äußert sich die Ungleichartigkeit der Hauptaxe gegenüber den beiden Nebenaxen auch dadurch, daß in Folge von Temperaturerhöhung die erstere sich stärker ausdehnt, als die letzteren, ein Verhältniß, welches bei allen ungleichartigen Xllaxen auch der folgenden Systeme beobachtet wird. —

Uebersicht der quadratischen Mineralxlle.

Erste Reihe: Basisch und prismatisch spaltbare.

Zweite Reihe: Quadratoktaedrisch spaltbare.

Erste Reihe.

Basisch und prismatisch spaltbare quadratische Mineralxlle.

a. Telluride.

1. **Blättertellur.** Xllf. QP + b; QP + QP' + b; QP + QO + b; QP + QO + QO' + b; QO + QO' + b. Spltb. parallel den b=Flächen sehr vollkommen. — H. = 1–2. Br. der Spaltbarkeit wegen nicht zu beobachten; milde; in dünnen Blättchen biegsam. D. = 7,1. Metallglanz; opak; char. Farbe: schwärzlich bleigrau. — Subst. Pb Te.

b. Chloride.

2. **Quecksilberhornerz.** Xllf. QP + QO'; QO'; QP + QO' + QP'; QP + QO,

Spltb. nur äußerst gering, parallel den QP-Flächen. — H. = 1—2. Br. muschlig — uneben; milde. D. = 6,4. Demantglanz; pellucid; char. Farbe: greis. — Subst. = $Hg^2\,Cl$.

c. Oxyde.

3. Rutil. Xllf. QP + b; QP + QO′; QP + QO′ + QP′; QP + QO; QP + QO + QP′ QP + QO + QO′ + QP′; QP + QO + OP; QO + OP. Letztere Form bildet mitunter sehr auffallende Gruppirungen, indem zwei Individuen nach den QO-Flächen so zusammengesetzt sind, daß die Hauptaxen fast einen rechten Winkel mit einander machen (knieförmige Zwillinge), oder das eine Individuum an beiden Gipfeln je ein knieförmig angewachsenes Individuum trägt (doppelt knieförmige Drillinge). Die QP-Flächen sind meistens parallel den Kanten, welche sie mit den OP-Flächen bilden würden, gereift. Spltb. nach den QP- und QP′-Flächen. — H. = 6. Br. muschlig — uneben; spröde. D. = 4,3. Metallähnlicher Demantglanz; fast opak. — Subst. = $\ddot{Ti}$. Die Titansäure kommt in einer quadratischen, aber mit den Formen des Rutils nicht combinirbaren Xllreihe als Anatas, dann aber auch orthorhombisch als Brookit vor (Trimorphismus).

4. Zinnstein. Xllf. QO + QP (Fig. 916); QO + QP′ (Fig. 917); QO + QP + QP′; QP + b; QO + QP + QP′ + b; QO + DO + QP (Fig. 918 u. 919); QO + QO

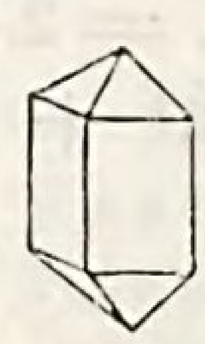


Fig. 916.

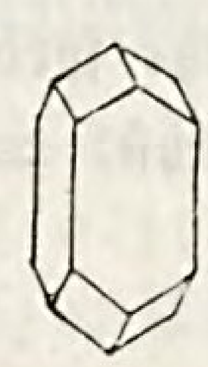


Fig. 917.

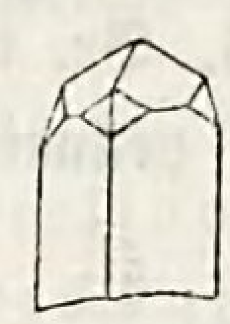


Fig. 918.

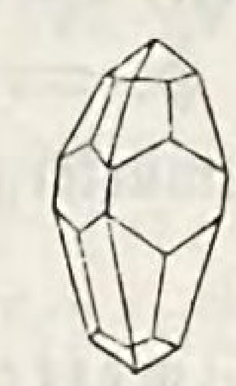


Fig. 919.

Zinnsteinxlle.

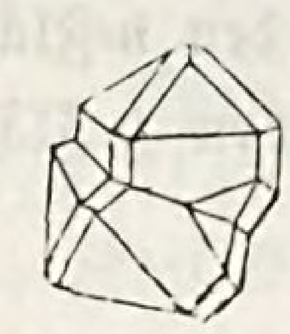


Fig. 920.

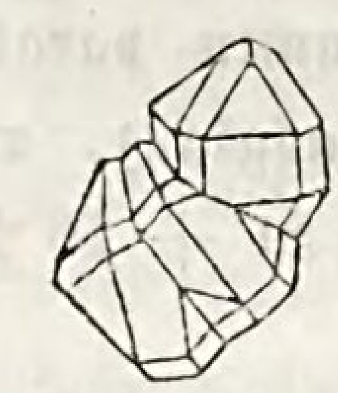


Fig. 921.

Fig. 916. Das Quadratoktaeder mit abgestumpften Randkanten. QO + QP.

Fig. 917. Das Quadratoktaeder mit abgestumpften Randecken. QO + QP′.

Fig. 918. Das Quadratoktaeder mit abgestumpften Randkanten und vierflächig zugespitzten Randecken. QO + QP + DO.

Fig. 919. Das Quadratoktaeder mit abgestumpften Randkanten und vierflächig zugespitzten Randecken. QO + QP + DO.

Fig. 920. Ein Zwilling, bestehend aus zweien Quadratoktaedern mit abgestumpften Randkanten und Scheitelkanten. QO + QO′ + QP.

Fig. 921. Ein Drilling von Xllen: QO + QO′ + QP.

+ QP + QP′; DO + QP; QO + QP + QO′ + QP′; QO + QP + OP + DO + QO′. Häufig sind Zwillinge, theils von der Form QO + QP nach einer QO-Fläche vereinigt, theils von der Form QO + QO′ + QP ebenfalls nach einer QO-Fläche vereinigt (Fig. 920), und eben solche Drillinge (Fig. 921). Spltb. unvollkommen nach den QP- und QP′-Flächen. — H. = 6—7. Br. unvollkommen muschlig — splitterig; spröde. D. = 6,9. Demantglanz, etwas fettartig, fast opak. — Subst. = $\ddot{Sn}$.

d. Sauerstoffsalze.

5. Schwarzbraunstein (Hausmannit). Xllf. QO; QO + QO. Zwillinge häufig von der Form QO, nach einer QO-Fläche vereinigt. Die spitzeren QO-Flächen sind oft parallel den Randkanten gereift, indem die Flächen des stumpferen QO sich zu bilden streben. Spltb. ziemlich vollkommen nach QP-Flächen, welche äußerlich nie vorkommen; undeutlich nach den QO-Flächen. — H. = 5—6. Br. uneben; spröde. D. = 4,7. Unvollkommener Metallglanz; opak; char. Farbe: pechschwarz. — Subst. = $Mn\,\ddot{Mn}$.

6. Zirkon. Xllf. QO; QO + QP; QO + QP′; QO + QP + QP′; QO + QO + QP + QP′; QO + DO + QP; QO + QO + QP + DO; QO + DO + QP + QP′ + QO′. Spltb. parallel den QP-Flächen; sehr wenig auch nach den QO-Flächen. — H. = 7—8. Br. muschlig — uneben; spröde. D. = 4,5. Glasglanz, etwas demantartig; pellucid. — Subst. = $\left.\begin{matrix}\ddot{Zr}\\ \dot{Fe}\end{matrix}\right\}\ddot{Si}$.

7. Uranglimmer. Xllf. QO; QO + b; QO + QP + b; QP + b; QO + QO′ + b; QO + b + QP′; QO′ + QP′; QO + QO + b. Durch Vorwalten der b-Flächen sind die Xlle meist ganz tafelartig. Spltb. parallel den b-Flächen; undeutlich nach den QP-Flächen. — H. = 2—3. Br. nicht zu beobachten, wegen der vorherrschenden basischen Spaltbarkeit; milde. D. = 3,4. Demantartiger Glasglanz, auf den Spaltungsflächen Perlmutterglanz; char. Farbe: zeisiggrün. — Subst. = $\left.\begin{matrix}\dot{Ca}\\ \dot{Cu}\end{matrix}\right\}\dddot{P} + 2\ddot{U} + 8\dot{H}$.

*

e. Doppelsalze.

8. Idokras. Xll. QP + b; QP + QP′ + b; QP + QP′ + QO′ + b; QP + OP + QP′ + QO′ + b; QP + OP + QP′ + QO′ + DO + b; QP + QP′ + QO + QO′ + b; QP + OP + QP′ + QO + QO′ + b. Spltb. deutlich nach den QP-Flächen und den QP′-Flächen; in geringem Grade auch nach den b-Flächen. — H. = 6—7. Br. unvollkommen muschlig — uneben; spröde. — D. = 3,2. Glasartiger Fettglanz; pellucid. — Subst. = $\dot{R}^3 \dddot{Si} + \ddot{R} \dddot{Si}$ ($\dot{R} = \dot{Ca}, \dot{Mg}, \dot{Fe}, \dot{Mn}$; $\ddot{R} = \dddot{Al}$). Die nämliche Substanz bildet isometrisch xllisirt den Granat.

9. Skapolith (Wernerit). Xll. QP + b; QP + QP′ + b; QP + QP′ + QO′ + b; QP + QP′ + QO′; QP + QP′ + QO + QO′; QP + OP; QP′ + QO + DO + QO′. Spltb. parallel den QP-Flächen und den QP′-Flächen. — H. = 5—6. Br. muschlig — uneben-splitterig; spröde. D. = 2,7. Glasglanz, auf Spaltungsflächen perlmutterartig, auf Bruchflächen fettartig. — Subst. = $\left.\begin{matrix}\dot{Ca}^3\\ \dot{Na}^3\end{matrix}\right\} \dddot{Si}^2 + 2\,\dddot{Al}\,\dddot{Si}$.

10. Apophyllit. Xll. QP + b; QP + QO′ + b; QP + QO′; QO′ + b; QO′; QP + QO + QO′; QP + QO + QO′ + b; QP + QO′ + OP. Spltb. vollkommen parallel den b-Flächen. — H. = 4—5. Br. uneben; sehr spröde. D. = 2,4. Glasglanz, auf den b-Flächen Perlmutterglanz; pellucid. — Subst. = $\dot{K}\,\dddot{Si}^2 + 8\,\dot{Ca}\,\dddot{Si} + 16\,\dot{H}$.

Zweite Reihe.

Quadratoktaedrisch spaltbare quadratische Mineralxlle.

a. Doppelsulfide.

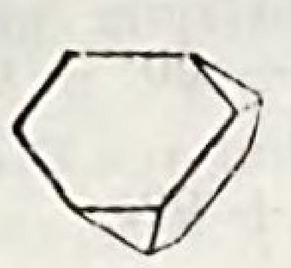


Fig. 922. Ein Kupferkiesxll. Quadratisches Tetraeder mit abgestumpften Ecken; die Abstumpfungsflächen gehören dem zweiten Tetraeder an. $\frac{qo}{2} + \frac{qo'}{2}$

1. Kupferkies. Xll. QO; $\frac{qo}{2} + \frac{qo'}{2}$ (Fig. 922); QO + QP′; QO + QO′; QO + QO′ + QO′; QO + QO′ + b; QO + QO′ + QO′ + b; QO + QO′ + QP. Sehr häufig sind Zwillinge der Formen QO; QO + QO′; QO + QO′ + b, wobei die Zusammensetzungsebene eine QO- oder QO′-Fläche ist. Die QO-Flächen sind oft gereift parallel den Kanten, welche sie mit den QO′-Flächen bilden. Spltb. ziemlich deutlich nach QO′-, unvollkommen nach b-Flächen. — H. = 3—4. Br. muschlig — uneben; wenig spröde. D. = 4,2. Metallglanz; opak; char. Farbe: messinggelb, oft pfauenschweifig. — Subst. = $\dot{Cu}\,\dddot{Fe}$.

b. Oxyde.

2. Anatas. Xll. QO; QO + b; QO + QO; QO + DO; QO + b + QO′; QO + b + QO′ + QP′; QO + b + QO′ + QO′; QO + QO′ + QO + DO + b. Die QO-Flächen und die QP′-Flächen horizontal gereift. Spltb. vollkommen nach den QO-Flächen und nach den QP-Flächen. — H. = 5—6. Br. muschlig — uneben; spröde. D. = 3,8. Demantglanz, meist metallähnlich; fast opak. — Subst. $\ddot{Ti}$ (s. Rutil S. 1107).

3. Manganoxyd (Braunit). Xll. QO; QO + b; QO + QO; QO + QO + b; QO + DO. Die Flächen b sind oft parallel den Kanten, welche die QO-Flächen mit denselben bilden, gereift; ebenso die QO-Flächen parallel den Kanten, welche die DO-Flächen mit ihnen bilden würden. Spltb. vollkommen parallel den QO-Flächen. — H. = 6. Br. uneben; spröde. D. = 4,8. Unvollkommener Metallglanz; opak; char. Farbe: dunkelbraunlichschwarz. — Subst. = $\dddot{Mn}$.

c. Sauerstoffsalze.

4. Gelbbleierz. Xll. QO; QO + b; QO + b + QP; QP + b; QO + QO + b; QO + QO + b + QP; QO + QO + b + QP′; QO + b + QO′; QO + b + QP + OP; b + QP + OP. Spltb. nach den QO-Flächen. — H. = 3. Br. muschlig — uneben; wenig spröde. D. = 6,7. Fettglanz, etwas demantartig; pellucid; char. Farbe: wachsgelb. — Subst. = $\dot{Pb}\,\dddot{Mo}$.

5. Scheelbleispath. Xll. QO; QO + b; QO + QP; QP + b; QO + QO

+ QP + QO′. Spltb. deutlich nach den QO=Flächen. — H. = 3—4. Br. muschlig; spröde. D. = 8. Fettglanz; pellucid; char. Farbe: wachsgelb. — Subst. = $Pb\ \ddot{W}$.

6. Tungstein (Scheelit). Xllf. QO; QO + QO; QO + QO + b; QO + b; QO + QO′; QO + QO′ + b; QO + QO′ + OP; QO + QO′ + $\frac{do}{2}$. Spltb. ziemlich deutlich nach den QO=Flächen und den QO′=Flächen; sehr gering, nur spurenweise auch nach den b=Flächen. — H. = 4—5. Br. muschlig — uneben; spröde. D. = 6. Glasglanz, demant= oder fettartig; fast opak; char. Farbe: weißbräunlich. Erwärmte Bruchstücke dieses Minerals phosphoresciren im Dunkeln. Subst. = $Ca\ \ddot{W}$.

7. Honigstein. Xllf. QO; QO + b; QO + QP′; QO + QP′ + b; QO + b + QP′ + QO. Spltb. sehr unvollkommen parallel den QO=Flächen. — H. = 2. Br. muschlig; wenig milde. D. = 1,6. Glasartiger Fettglanz; pellucid; char. Farbe: honiggelb. — Subst. $\ddot{A}l\ \overline{M}^3 + 15\dot{H}$ ($\overline{M}$ = Honigsteinsäure, aus dem Pflanzenreiche, von moderndem Holze der Braunkohlen, abstammend, aus Kohlen=, Wasser= und Sauerstoff bestehend).

Anhang: Künstliche Xlle des quadratischen Systemes.

a. Cyanide: Blutlaugensalz (Kaliumeisenoxydulcyanür; — Cyan = C^2 N).
b. Sauerstoffsalze: Schwefelsaures Nickeloxyd, arseniksaures Kali u. s. w.
c. Doppelsalze: Essigsaures Kalkkupfer (essigs. Kalk + essigs. Kupferoxyd) u. s. w.

Auch in diesem Systeme sind die künstlichen Xllisationen meistens sehr einfach, nur das schwefelsaure Nickeloxyd besitzt oft Flächen dreier verschiedener normaler Quadratoktaeder, eines diagonalen Quadratoktaeders, basische Flächen und Flächen eines normalen quadratischen Prismas.

III. Das Hexagonale System.

Eine Hauptaxe, die einzige ihrer Art, rechtwinklig drei von ihr verschiedene, aber unter sich gleichartige, und unter Winkeln von 60° sich kreuzende Nebenaxen schneidend, dieses ist das Axenkreuz, welches dem hexagonalen Xllisationensysteme zu Grunde liegt. Verbindet man die Endpunkte jener Axen durch Ebenen, so erhält man einen Körper (Fig. 923), welcher eine obere und eine untere sechsflächige Pyramide darstellt: das bipyramidale Dodekaeder (D). Diese können natürlich, je nachdem die Hauptaxe entweder eben so lang ist, als die Nebenaxen, oder länger als diese, oder aber kürzer als dieselben, entweder über den Gipfeln rechtwinklig oder spitz oder stumpf sein. Das Gesetz der Axenverhältnisse allein beschränkt die unendliche Zahl der Möglichkeiten für die Reihe von Dodekaedern wenigstens bei einer und derselben Substanz; immerhin aber ist dennoch die Zahl stumpferer und spitzerer Dodekaeder, deren Flächen bei manchen Substanzen combinirt vorkommen, außerordentlich groß. Der horizontale Querschnitt der Dodekaeder ist immer ein reguläres Sechseck oder Hexagon. — Wenn die Gipfelkanten des Dodekaeders abgestumpft würden, so entstände eine vierundzwanzigflächige Doppelpyramide, deren Horizontalschnitt ein gleichwinkliges, aber ungleichseitiges Zwölfeck wäre. Die Abstumpfungsflächen für sich würden ebenfalls zu einem zweiten bipyramidalen Dodekaeder führen (D′), welches entweder spitzer oder stumpfer sein müßte, als das


a b c
Fig. 923.
Fig. 923, a. Das bipyramidale Dodekaeder. D.
Fig. 923, b. Ein stumpfes bipyramidales Dodekaeder. D.
Fig. 923, c. Ein spitzeres bipyramidales Dodekaeder. D.

normale. Diese Dodekaeder kommen indessen bei keiner bekannten Krystallisation vor. — Wenn die Kanten des normalen Dodekaeders zugeschärft erscheinen, so bekommt man an jeder Pyramide zwölf neue Flächen, welche, wenn sie die Flächen des Dodekaeders verdrängen, eine Pyramide mit zwölf Flächen und abwechselnd stumpferen und minder stumpfen Gipfelkanten darstellen, und deren Horizontalschnitt ein gleichseitiges, aber ungleichwinkliges Zwölfeck wäre. Diese Form kann man (da es sich zum Dodekaeder so verhält, wie das Dioktaeder zum Quadratoktaeder) Didodekaeder (DD) nennen. Dasselbe kommt übrigens vollzählig ebenfalls an keiner bis jetzt bekannten Krystallisation vor.

Abstumpfung der Randkanten des Dodekaeders (Fig. 924 und 925) führt zu einem normalen hexagonalen Prisma (HP), welches man sich wieder als ein Dodekaeder mit unendlich langer Hauptaxe ($\overset{\infty}{D}$) denken kann. Abstumpfung der Gipfel (Fig. 926) ergibt die basischen Flächen (b), welche

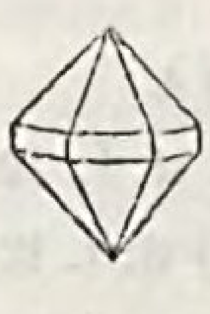
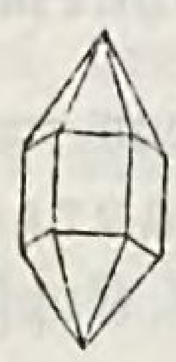



Fig. 924. Fig. 925.

Fig. 924. Das bipyramidale Dodekaeder mit abgestumpften Randkanten. Die Abstumpfungsflächen bilden ein hexagonales Prisma. **D + HP.**

Fig. 925. Das bipyramidale Dodekaeder mit dem normalen hexagonalen Prisma. **D + HP.**



Fig. 926. Das bipyramidale Dodekaeder mit den basischen Flächen. **D + b.**

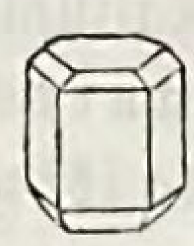


Fig 927. Das bipyramidale Dodekaeder mit dem normalen hexagonalen Prisma und den basischen Flächen. **D + HP + b.**

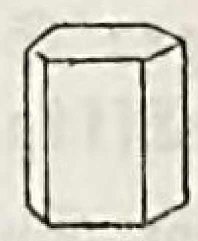


Fig. 927 bis. Das hexagonale Prisma mit den basischen Flächen. **HP + b.**

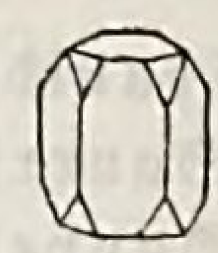


Fig. 928. Das bipyramidale Dodekaeder mit den basischen Flächen und abgestumpften Randecken. Die Abstumpfungsflächen bilden ein abnormes hexagonales Prisma. **D + b + HP′.**

natürlich wieder als Dodekaeder mit unendlich langen Nebenaxen ($\frac{D}{\infty}$) gedacht werden dürfen. Die Prismenflächen und basischen Flächen, mit einander combinirt (Fig. 927), können die Dodekaederflächen völlig verdrängen (Fig. 927 bis). Abstumpfung der Randkanten des Dodekaeders (Fig. 928) ruft die Flächen eines gleichwinkligen, aber ungleichseitigen abnormen hexagonalen Prisma (HP′) hervor. Beide hexagonalen Prismen combinirt stellen ein ungleichzwölfseitiges Prisma dar, welches in Combination mit den basischen Flächen (Fig. 929) nicht selten ist. Abstumpfung der Randkanten des Didodekaeders bringt ebenfalls ein zwölfseitiges Prisma, das dodekagonale Prisma (DP), hervor, welches aber gleichseitig und ungleichwinklig ist. Die Flächen desselben bilden Zuschärfungen der Kanten des hexagonalen Prismas.

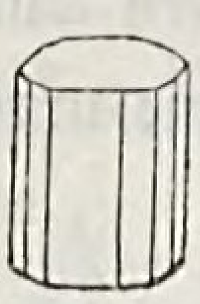


Fig. 929. Das normale hexagonale Prisma mit abgestumpften Kanten — die Abstumpfungskanten gehören dem abnormen hexagonalen Prisma an — und den basischen Flächen. **HP + HP′ + b.**

Da Zuschärfungen der Randkanten des Dodekaeders spitzeren Dodekaedern angehören, Zuspitzungen der Gipfel stumpferen Dodekaedern, und die Zuspitzungen der Randecken nur durch Flächen von Didodekaedern geschehen können, so sind mit obigen Formen alle möglichen Abänderungen erschöpft, welche im hexagonalen Systeme vorkommen können, und es wäre demnach der Formenreichthum dieses Systemes sehr einfach, wenn nicht die große Zahl von Hemiedrieen, welche hier häufiger, als vollzählige Formen, vorkommen, eine größere Mannigfaltigkeit bewirkte.

Denkt man sich von einem Dodekaeder die Hälfte der Flächen vergrößert auf Kosten der andern, und zwar so, daß von der oberen Pyramide drei Flächen weg-

fallen, während die mit ihnen abwechselnden vergrößert mit einander Kanten bilden, und daß von der unteren Pyramide diejenigen drei wegfallen, welche in den Randkanten den drei vergrößerten oberen begegnen, diejenigen drei dagegen, welche den oben weggefallenen entsprechen, hier vergrößert werden, so erhält man einen Körper, welcher einen nur dreiflächigen oberen und einen ebenso dreiflächigen unteren Gipfel besitzt, dessen Randecken aber nicht in eine Ebene fallen, indem die Randkanten im Zickzack liegen (Fig. 930 und 931). Jede der sechs ganz gleichartigen Flächen ist eine Raute oder ein Rhombus, und man nennt diese Hemiedrie des Dodekaeders daher einen Rautenflächner oder ein Rhomboeder ($\frac{d}{2}$). Je nachdem aber die einen drei der je sechs Pyramidenflächen des Dodekaeders als Rhomboederflächen vorhanden sind, oder die andern drei, erhält man natürlich zwei verschiedene Rhomboeder, von denen das eine die Randecken des andern von den Gipfelkanten aus halbflächig zuschärft oder scheinbar schief abstumpft. Man kann das erste das positive ($\frac{d}{+2}$), das andere das negative ($\frac{d}{-2}$) Rhomboeder nennen. Je nachdem das Dodekaeder spitz oder stumpf war, entstehen stumpfe oder spitze Rhomboeder.

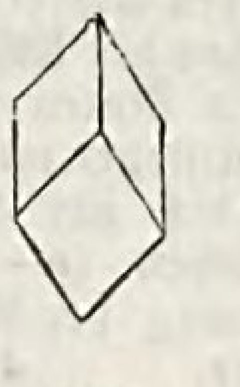


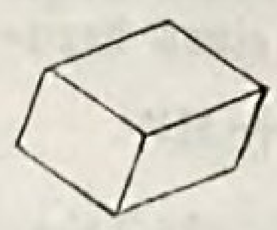


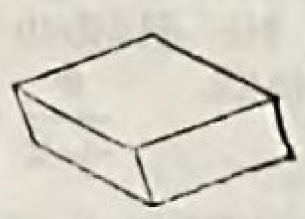
Fig. 930. Fig. 931.

Fig. 930. Ein Rhomboeder, die Hemiedrie eines bipyramidalen Dodekaeders. $\frac{d}{+2}$.

Fig. 931. Ein Rhomboeder, die Hemiedrie des nämlichen bipyramidalen Dodekaeders, gebildet aus den Flächen, welche bei Fig. 930 fehlen. $\frac{d}{-2}$

Bei übereinstimmender Lage erscheinen die stumpferen Rhomboeder als Zuspitzungen der spitzeren oder minder stumpfen von den Flächen aus, die letzteren als halbflächige Zuschärfungen (scheinbar schiefe Abstumpfungen) der Randecken der ersteren ebenfalls von den Flächen aus (Fig. 932—934). Bei nicht übereinstimmender Lage bilden die stumpferen Rhomboeder Zuspitzungen der Gipfel der spitzeren oder minder stumpfen von den Gipfelkanten aus, die letzteren halbflächige Zuschärfungen (oder scheinbar schiefe Abstumpfungen) der Randecken der ersteren ebenfalls von den Gipfelkanten aus (Fig. 935—941).





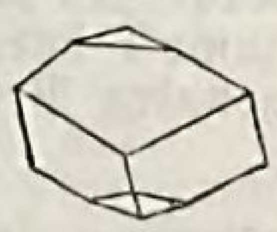
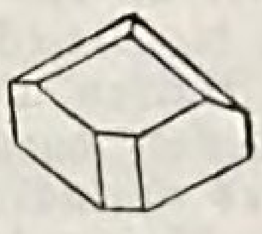


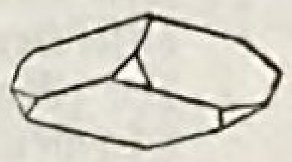
Fig. 932. 933. 934.

Fig. 932. Ein stumpfes Rhomboeder. $\frac{d}{-2}$

Fig. 933. Ein noch stumpferes Rhomboeder in entsprechender Lage der Flächen. $\frac{d}{-2}$

Fig. 934. Das Rhomboeder Fig. 932 an den Gipfeln von den Flächen aus zugespitzt durch das Rhomboeder Fig. 933. $\frac{d}{-2} + \frac{d}{-2}$





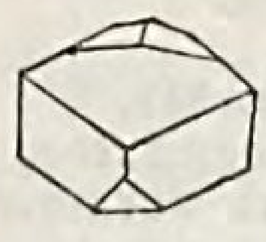


Fig. 937. 938. 939.

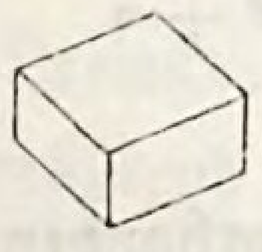




Fig. 935. 936.

Fig. 935. Ein Rhomboeder. $\frac{d}{-2}$

Fig. 936. Ein Rhomboeder. $\frac{d}{+2}$

Fig. 937. Das Rhomboeder Fig. 935 bis zur Abstumpfung der Gipfelkanten an den Gipfeln zugespitzt durch die Flächen des Rhomboeders Fig. 936. $\frac{d}{-2} + \frac{d}{+2}$

Fig. 938. Das Rhomboeder Fig. 935 bis zum Vorherrschen der Zuspitzungsflächen an den Gipfeln zugespitzt durch das Rhomboeder Fig. 936. $\frac{d}{-2} + \frac{d}{+2}$

Fig. 939. Ein Rhomboeder von den Gipfelkanten aus an den Gipfeln zugespitzt durch ein sehr stumpfes Rhomboeder. $\frac{d}{-2} + \frac{d}{+2}$.



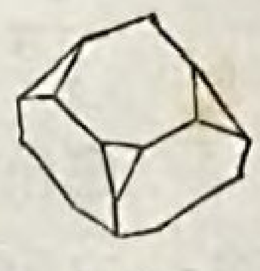


Fig. 940. 941.

Fig. 940. Ein Rhomboeder von der Stumpfheit desjenigen, welches bei Fig. 939 die Zuspitzung bildet. $\frac{d}{+2}$

Fig. 941. Ein Rhomboeder an den Randecken von den Gipfelkanten aus halbflächig zugeschärft durch die Flächen eines spitzeren Rhomboeders. $\frac{d}{-2} + \frac{d}{+2}$

Gar nicht selten sind die Gipfel des Rhomboeders abgestumpft durch die basischen

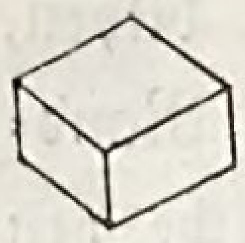
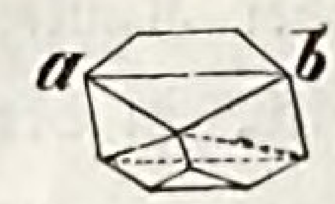
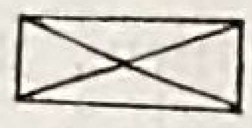




Fig. 942. 943. 944.

Fig. 942. Ein Rhomboeder unverändert. $\frac{d}{-2}$

Fig. 943. Das Rhomboeder Fig. 942 mit abgestumpften Gipfeln. Die Abstumpfungsflächen sind die basischen Flächen. Durch punktirte Linien ist angedeutet, welche Form entstehen würde, wenn die Abstumpfung bis zur Halbirung der Rhomboederflächen (a—b) und somit bis zur Berührung der Randecken vorgeschritten wäre. $\frac{d}{-2} + b$.

Fig. 944. Das Rhomboeder Fig. 942 so weit abgestumpft durch die basischen Flächen, daß die Abstumpfungsflächen, wie in den punktirten Linien Fig. 943, die Randecken berühren. $\frac{d}{-2} + b$.

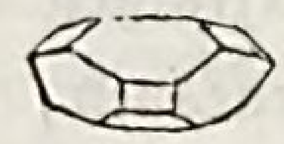


Fig. 945. Ein Rhomboeder an den Randecken von den Gipfelkanten aus halbflächig zugeschärft durch die Flächen eines minder stumpfen Rhomboeders und an den Gipfeln abgestumpft durch die basischen Flächen. $\frac{d}{-2} + \frac{d}{+2} + b$.

Flächen, welche in diesem Falle nicht, wie bei der Abstumpfung des Dodekaeders (Fig. 926), sechseckig, sondern dreieckig erscheinen (Fig. 942—944). In solchen Combinationen nehmen die Flächen spitzerer Rhomboeder, welche die Randecken des Rhomboeders von den Gipfelkanten aus halbflächig zuschärfen, eine Trapezform an (Fig. 945).

Die Abstumpfung der Randecken des Rhomboeders durch Flächen, welche der Hauptaxe parallel sind, ergibt dasselbe Resultat, welches die Abstumpfung der Randkanten des Dodekaeders ergab, nämlich die Flächen eines hexagonalen Prismas (Fig. 946). Je nachdem das positive oder das negative Rhomboeder auf diese Weise verändert worden ist, erhält man das normale Prisma oder das abnorme (Fig. 947). Gerade umgekehrt verhält es sich mit dem Prisma, welches man erhält durch Abstumpfung der Randkanten des Rhomboeders vermittelst Flächen, welche der Hauptaxe parallel sind. Hier ergeben die Abstumpfungsflächen beim positiven Rhomboeder das abnorme Prisma (Fig. 948), beim negativen dagegen das normale (Fig. 949).

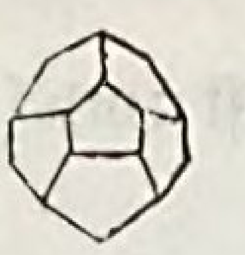
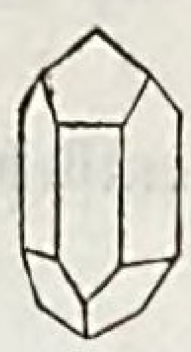



Fig. 946. 947.

Fig. 946. Ein Rhomboeder an den Randecken parallel der Hauptaxe abgestumpft durch die Flächen eines hexagonalen Prismas. $\frac{d}{+2} + HP$.

Fig. 947. Ein Rhomboeder mit dem abnormen hexagonalen Prisma. $\frac{d}{-2} + HP'$.

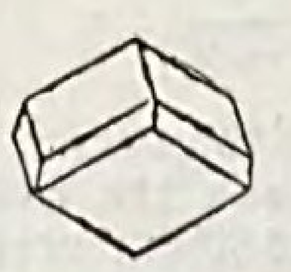


Fig. 948. Ein Rhomboeder an den Randkanten parallel der Hauptaxe abgestumpft durch die Flächen eines abnormen hexagonalen Prismas. $\frac{d}{+2} + HP'$.

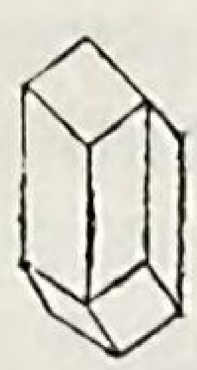


Fig. 949. Ein Rhomboeder mit dem normalen hexagonalen Prisma. $\frac{d}{-2} + HP$.



Fig. 950. Ein positives Rhomboeder an den Gipfeln durch die (dreieckigen) basischen Flächen und an den Randecken durch die Flächen des normalen hexagonalen Prisma's abgestumpft. $\frac{d}{+2} + HP + b$.

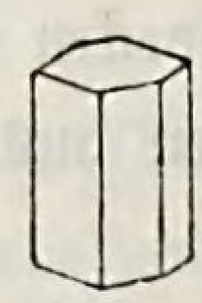


Fig. 951. Das hexagonale Prisma mit den basischen Flächen. HP + b.

Sind außer den Prismenflächen auch noch die basischen Flächen vorhanden (Fig. 950), so entsteht, wenn die Rhomboederflächen ganz verdrängt werden, die nämliche Form, welche beim Dodekaeder auf diese Weise sich bildet (Fig. 951).

Nicht selten aber stellen sich auch in diesem Falle wieder die Rhomboederflächen ein, sei es als Abstumpfung der abwechselnden Ecken (Fig. 951, a) oder als Randkanten-Abstumpfungen (Fig. 951, b). Die Hemiedrie ergreift auch die Prismenflächen selbst, von denen sich drei größer ausbilden, als die drei andern mit ihnen abwechselnden ($\frac{hp}{+2}$ oder $\frac{hp}{-2}$), oder es sind von den sechs Prismenkanten nur drei durch die Flächen eines zweiten Prismas abgestumpft ($\frac{hp'}{+2}$ oder $\frac{hp'}{-2}$), während

die andern drei unversehrt bleiben (Fig. 951, c). Auch das dodekagonale Prisma erscheint bisweilen hemiedrisch ($\frac{dp}{-2}$ und $\frac{dp}{+2}$), indem nur drei Flächenpaare desselben, welche die einen oder andern drei Kanten des hexagonalen Prismas zuschärfen, ausgebildet sind.



Fig. 951, a. 951, b. 951, c.

Fig. 951, a. $HP' + \frac{d}{+2} + b$.

Fig. 951, b. $HP' + \frac{d}{-2} + b$.

Fig. 951, c. $HP + \frac{hp'}{+2} + b$.

Wenn man die Hälfte der Gipfelkanten des Dodekaeders durch die Flächen eines Didodekaeders zuschärft, oder, was dasselbe ist, wenn man die Gipfelkanten des Rhomboeders zuschärft (Fig. 952), so erhält man eine Hemiedrie des Didodekaeders, welche man Skalenoeder ($\frac{dd}{2}$) nennt. Anstatt der Zuschärfung der Kanten kann auch eine je zweiflächige Zuspitzung des Gipfels von jeder der betreffenden Kanten her (Fig. 953), oder eine halbvierflächige, d. h. zweiflächige, Zuspitzung der Randecken von denselben Kanten her (Fig. 954), zu dem nämlichen Resultate führen, nur erhält man das eine Mal stumpfere (Fig. 955), das andere Mal spitzere

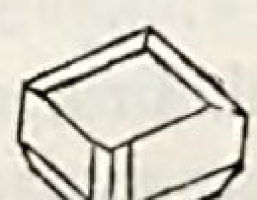


Fig. 952. Ein Rhomboeder an den Gipfelkanten zugeschärft. Die Zuschärfungsflächen bilden eine Hemiedrie des Didodekaeders, ein „Skalenoeder“. $\frac{d}{-2} + \frac{dd}{-2}$

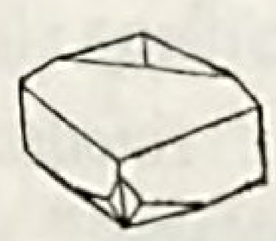


Fig. 953.

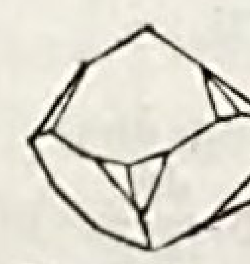


Fig. 954.

Fig. 953. Ein Rhomboeder, dessen Gipfel von den drei Gipfelkanten her sechsflächig zugespitzt sind. Die Zuspitzungsflächen bilden ein stumpferes Skalenoeder. $\frac{d}{-2} + \frac{dd}{-2}$

Fig. 954. Ein Rhomboeder, dessen Randkanten von den Gipfelkanten halbvierflächig zugespitzt sind. Die Zuspitzungsflächen bilden ein spitzeres Skalenoeder $\frac{d}{-2} + \frac{dd}{-2}$

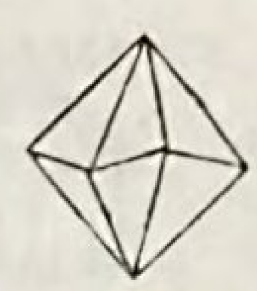
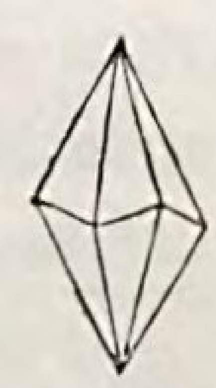


Fig. 955.



956.

Fig. 955. Ein Skalenoeder. $\frac{dd}{+2}$

Fig. 956. Ein Skalenoeder. $\frac{dd}{+2}$

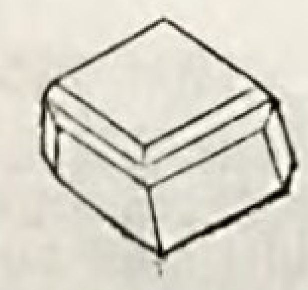


Fig. 957. Ein Rhomboeder mit zugeschärften Randkanten. Die Zuschärfungsflächen gehören einem spitzen Skalenoeder an. $\frac{d}{-2} + \frac{dd}{+2}$

(Fig. 956) Skalenoeder. Es gibt positive und negative Skalenoeder ($\frac{dd}{+2}$ und $\frac{dd}{-2}$). Die Zuschärfung der Randkanten des Rhomboeders (Fig. 957) ergibt ebenfalls ein, jedenfalls spitzeres, Skalenoeder, welches jedoch bei einem positiven Rhomboeder negativ, bei einem negativen Rhomboeder positiv sein muß. Das Skalenoeder besteht aus drei oberen und drei unteren Paaren ungleichseitiger, übrigens aber congruenter Dreiecke, deren je ein Paar allemal eine Seite gemeinsam hat, während es jederseits mit dem Nachbarpaare wiederum eine Seite theilt. Die Gipfelkanten, je sechs, sind abwechselnd stumpfer und minder stumpf; die sechs Randkanten liegen im Zickzack und bilden mit einander bald stumpfere, bald minder stumpfe Winkel. Gar nicht selten findet man ein Skalenoeder mit mehreren Rhomboedern combinirt (Fig. 958).

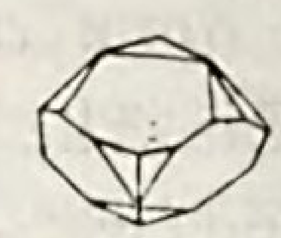


Fig. 958. Ein Rhomboeder, dessen Gipfel von den Flächen her durch die Flächen eines stumpferen Rhomboeders zugespitzt sind, während die Flächen eines spitzeren Skalenoeders die Randkanten desselben halbvierflächig zuspitzen. $\frac{d}{-2} + \frac{d}{+2} + \frac{dd}{-2}$

In einzelnen, seltenen Fällen wird selbst das Skalenoeder noch wieder hemiedrisch. Fig. 959 zeigt ein Dodekaeder, dessen Randkanten durch die Flächen des normalen Prismas abgestumpft sind, während die Randecken abwechselnd, oben drei und unten die andern drei nicht etwa durch eine

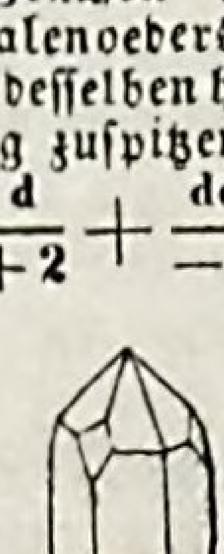


Fig. 959. $D + HP + \frac{dd}{4}$

Rhomboederfläche symmetrisch abgestumpft, sondern vielmehr durch eine Skalenoederfläche einviertelvierflächig zugespitzt (scheinbar unsymmetrisch abgestumpft) erscheinen. Solche Hemiedrieen einer Hemiedrie, welche man Viertelflächner oder Tetartoedrieen nennt, kommen sehr ausgezeichnet beim Rauchtopasquarze vor.

Unter den regelmäßigen Zusammengruppirungen von Xllen dieses Systemes sind besonders solche bemerkenswerth, bei welchen Hemiedrieen sich in der Weise vereinigen, daß die beiden zusammengesetzten Xlle gerade die entgegengesetzte Lage besitzen (Fig. 960 und 962), wobei sich, wenn die Individuen halbirt sind, aus zweien vereinigten Rhomboedern scheinbar reguläre Doppel-Pyramiden mit dreieckigem Horizontaldurchschnitte, aus zweien solchen Skalenoedern scheinbar reguläre Doppelpyramiden mit sechseckigem Horizontaldurchschnitte bilden. Jedoch bleibt meistens die Zusammenfügung noch an einem kleinen einspringenden Winkel — dem stets zuverlässigen Zeichen zusammengesetzter Individuen — erkennbar (Fig. 961 und 963).

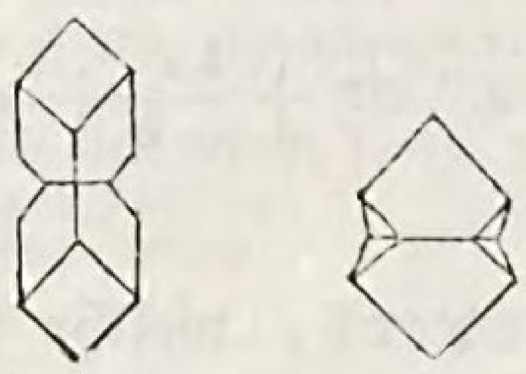


Fig. 960. 961.

Fig. 960. Ein Zwilling aus zweien Rhomboedern nach b-Flächen zusammengesetzt. Das eine Rhomboeder ist positiv, das andere negativ. $\frac{d}{-2}$ und $\frac{d}{+2}$

Fig. 961. Ein Zwilling ähnlicher Art. $\frac{d}{-2}$ und $\frac{d}{+2}$

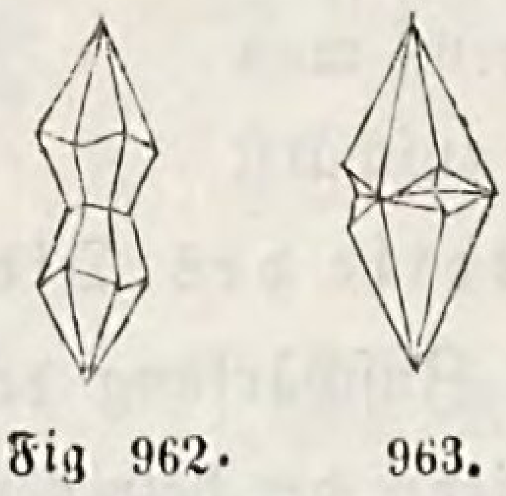


Fig 962. 963.

Fig. 962. Ein Zwilling aus zweien Skalenoedern, nach b-Flächen zusammengesetzt. Das eine Skalenoeder ist positiv, das andere negativ. $\frac{dd}{-2}$ und $\frac{dd}{+2}$

Fig. 963. Ein Zwilling ähnlicher Art. $\frac{dd}{-2}$ und $\frac{dd}{+2}$

Interessant sind auch die Gruppirungen, in welchen viele Individuen zu einem großen, freilich meistens ziemlich unvollständigen Individuum gleicher Form vereinigt sind, wie Fig. 964 und 965, oder wo durch das parallele Zusammenwachsen und Ineinanderwachsen gleichartiger Individuen scheinbar einfache Individuen von verzerrter Form entstehen, wie Fig. 966.

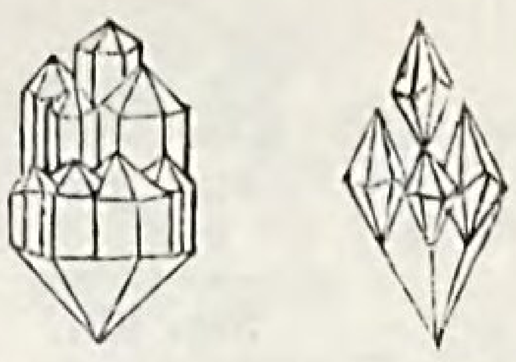


Fig. 964. Fig. 965.

Fig. 964. Viele Xlle von der Form D + HP, zu einem großen Individuum gleicher Art zusammengruppirt.

Fig. 965. Viele Xlle von der Form $\frac{dd}{2}$ zu einem großen Individuum gleicher Art zusammengruppirt.

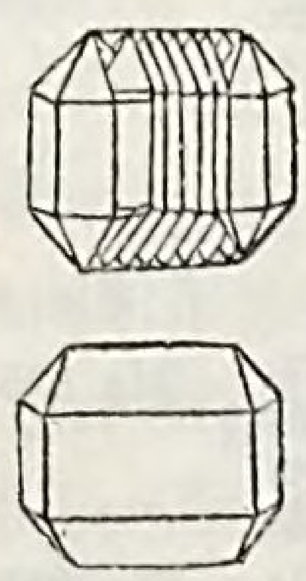


Fig. 966. Viele Individuen von der Form D + HP, parallel an- und ineinander gewachsen und so zu einem scheinbar einfachen verzerrten Individuum verschmolzen.

Die Xlle des hexagonalen Systemes besitzen alle eine optische Axe, parallel der Hauptaxe der Xllisation. In allen anderen Richtungen sind sie doppelt strahlenbrechend. Bei der Erwärmung verhält sich die Hauptaxe in Bezug auf Ausdehnung anders, als die drei Nebenaxen.

Uebersicht der hexagonalen Mineralxlle.

Erste Reihe: Dodekaedrisch spaltbare.

Zweite Reihe: Prismatisch spaltbare.

Erste Reihe.

Dodekaedrisch spaltbare hexagonale Mineralxlle.

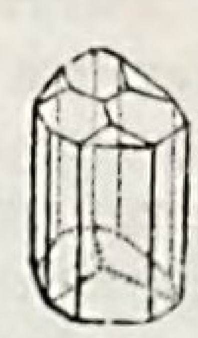
A. Polarhemiedrische.

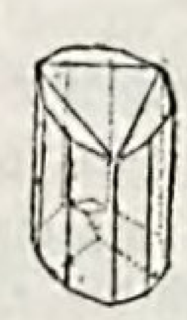
1. **Turmalin** (Schörl). Der Turmalin ist das ausgezeichnetste Mineral, dessen Xlle eine besondere Art von Hemiedrie besitzen, welche man die polarische Hemiedrie nennt,

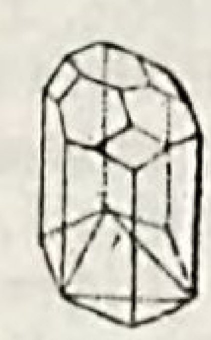
und welche sich außer diesem Falle nur noch beim Boracit im hexagonalen Systeme und beim Zinkglase im orthorhombischen Systeme wiederholt. Diese Hemiedrie besteht darin, daß das eine Ende (der eine Pol) der Hauptaxe bei diesen Xllen in anderer Weise verändert erscheint, als das andere Ende (der andere Pol), so daß die Flächen eines Rhomboeders, eines Skalenoeders oder die basischen Flächen nur an einem Pole auftreten, während sie am andern Pole fehlen, und anstatt ihrer dort andere Flächen ausgebildet sind. Eben damit hangt auch das hemiedrische Vorhandensein der Prismenflächen zusammen, indem bald die oberen drei, bald die unteren drei Randecken des Rhomboeders durch drei Flächen der Hexagonalpyramide parallel der Hauptaxe abgestumpft oder durch drei Flächenpaare der Dodekagonalpyramide zugeschärft sind. Diese auffallende Eigenthümlichkeit scheint in innigem — freilich bislang noch unbegriffenem — Zusammenhange zu stehen mit einer andern, von welcher sie stets begleitet ist, nämlich der Polarelektricität. Der Turmalin besonders wird, wenn man ihn über 10° Cels. erwärmt, polarisch elektrisch,* so daß sein einer Pol also positiv, der andere negativ erscheint. Bei regelmäßig zunehmender Erwärmung bleibt die Elektricität bestehen bis zur Temperatur von etwa 150° Cels.; dann aber erlischt sie wieder völlig, wie bei dem unter 10° abgekühlten Turmaline. Wenn man dagegen den erwärmten Xll sich wieder abkühlen läßt, so tritt unter 150° allemal wieder Elektricität ein; nun aber kehren sich die Elektricitäten um, der zuvor positive Pol wird negativ, der zuvor negative wird positiv. Bei welchem Grade auch die Abkühlung beginne, immer stellt sich das Elektricitätsverhältniß der Pole umgekehrt gegen das der aufsteigenden Temperatur entsprechende Verhältniß. In der Bezeichnung der Xllformen kann man sich des Mittels bedienen, daß man die polarhemiedrisch am positiven Pole vorkommenden Flächen durch $\frac{1}{+2}$, die am negativen Pole vorkommenden durch $\frac{1}{-2}$ vor dem betreffenden Zeichen ankündigt, wie im Folgenden geschehen ist.

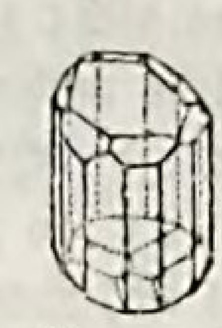
Xllf. $\frac{d}{+2}+\frac{hp}{-2}$; $\frac{d}{+2}+\frac{1}{+2}\frac{d}{-2}+\frac{hp}{-2}$; $\frac{d}{+2}+\frac{1}{+2}\frac{d}{-2}+\frac{hp}{-2}+\frac{dp}{+2}$; $\frac{d}{+2}+\frac{hp}{-2}+\frac{dp}{+2}+\frac{1}{+2}\frac{dd}{-2}$ (Fig. 967); $\frac{d}{+2}+\frac{hp}{+2}+\frac{hp}{-2}+\frac{1}{+2}\frac{d}{-2}$ (Fig. 968); $\frac{d}{+2}+\frac{hp}{+2}+\frac{dp}{-2}+\frac{1}{+2}b+\frac{1}{-2}\frac{d}{-2}$ (Fig. 969); $\frac{d}{+2}+HP'+\frac{1}{+2}\frac{d}{-2}+\frac{1}{-2}b$ (Fig. 970); $\frac{d}{+2}+HP$


Fig. 967.
$\frac{d}{+2}+\frac{hp}{-2}+\frac{dp}{+2}+\frac{1}{+2}\frac{dd}{-2}$


Fig. 968.
$\frac{d}{+2}+\frac{hp}{+2}+\frac{hp}{-2}+\frac{1}{+2}\frac{d}{-2}$


Fig. 969.
$\frac{d}{+2}+\frac{hp}{+2}+\frac{dp}{-2}+\frac{1}{+2}b+\frac{1}{-2}\frac{d}{-2}$


Fig. 970.
$\frac{d}{+2}+HP'+\frac{1}{+2}\frac{d}{+2}+\frac{1}{-2}b.$


Fig. 971.
$\frac{d}{+2}+HP+HP'+\frac{1}{+2}\frac{d}{-2}+\frac{1}{-2}\frac{d}{-2}+\frac{1}{+2}b.$

* Die Elektricität, d. h. die Eigenschaft, andere Körper anzuziehen oder abzustoßen, je nachdem dieselben entweder die gleichnamige oder ungleichnamige Elektricität besitzen, ist in den Mineralsubstanzen latent, d. h. man bemerkt diese Eigenschaft nicht. Sobald man aber die Mineralien reibt, stößt, schlägt, preßt oder erwärmt, so wird die Elektricität bemerkbar, indem sie sich äußert. Zur Erprobung derselben bedient man sich eines feinen Messingstäbchens, welches an jedem Ende einen kugelförmigen Knopf trägt und in seiner Mitte ein Hütchen von Glas besitzt, mittelst dessen es auf einer feingespitzten senkrechten Nadel drehbar balancirt, wie die Magnetnadel im Kompaß. Man nennt ein solches Instrumentchen die elektrische Nadel. Da das Glas die Elektricität „isolirt" (so gut wie gar nicht leitet), so kann man einem Knopfe der Nadel mit Hülfe einer geriebenen Glasstange die positive (+) oder mit einer geriebenen Siegellackstange die negative (—) Elektricität ertheilen. Reibt, drückt, stößt oder erwärmt man nun ein Mineral und nähert man es dann dem betreffenden Knopfe der Nadel, so wird es dieselbe abstoßen, wenn es dieselbe Elektricität besitzt, welche man der Nadel ertheilt hat, im entgegengesetzten Falle aber dieselbe anziehen. Uebrigens kann ein und dasselbe Mineral theils in verschiedenen Varietäten, theils je nach der glatten oder rauhen Beschaffenheit der Flächen, welche man reibt, theils je nach dem Stoffe, mit welchem man die Reibung ausführt, bald negativ, bald positiv elektrisch werden. Demant, Flußspath, Quarz, Glimmer, Topas, Aragonit zeigen die Elektricität durch bloßen Druck mit den Fingern sehr ausgezeichnet und einige behalten diese Eigenschaft, wenn sie erst einmal erregt worden ist, mitunter mehrere Stunden lang; der Topas bis zum dritten Tage, ja der Kalkspath 10—11 Tage lang, während der Demant sie fast augenblicklich, der Quarz sie nach 10 Minuten wieder verliert. Polarische Elektricität besitzen nur wenige Mineralien; der Turmalin, der Boracit, der Prehnit, das Zinklas u. s. w. —

$+ HP' + \frac{1}{+2}\frac{d}{-2} + \frac{1}{-2}\frac{d}{-2} + \frac{1}{+2}b$ (Fig. 971); $\frac{d}{+2} + \frac{hp}{-2} + \frac{dp}{+2} + \frac{1}{+2}\frac{d}{-2} + \frac{1}{-2}\frac{d}{-2}$; $\frac{d}{+2} + \frac{hp}{-2} + \frac{dp}{+2} + \frac{1}{+2}\frac{d}{-2} + \frac{1}{-2}\frac{d}{-2} + \frac{1}{-2}b$; $\frac{d}{+2} + \frac{hp}{-2} + \frac{hp}{+2} + \frac{dp}{+2} + \frac{1}{+2}\frac{d}{-2} + \frac{1}{-2}\frac{d}{+2}$; $\frac{d}{+2} + HP + HP' + \frac{1}{+2}\frac{d}{-2} + \frac{dp}{-2} + \frac{1}{-2}\frac{d}{-2}$; $\frac{d}{+2} + HP' + \frac{1}{+2}\frac{dd}{-2} + \frac{hp}{-2} + \frac{1}{-2}\frac{d}{-2} + b$. Spltb. sehr unvollkommen, nach $\frac{d}{+2}$. — H. = 7–8. Br. muschlig — uneben; spröde. D. = 3,2. Glasglanz; pellucid — opak. Doppelt brechend, aber nur in einer Richtung den Lichtstrahl durchlassend. * — Subst. = $\dot{Ca}$, $\dot{K}$, $\dot{Li}$, $\dot{Mg}$, $\dot{Fe}$, $\ddot{Mn}$, $\dddot{\bar{Al}}$ $\dddot{Si}$ $\dddot{B}$; eine bestimmte Formel kann man wegen der Verschiedenheit der Resultate der Analysen nicht aufstellen.

2. **Borazit.** Xllf. Das Rhomboeder des Borazits gleicht vollkommen einem Würfel, dessen eine Eckenaxe die Rhomboederhauptaxe ist. Die Abänderungsflächen erscheinen stets *polarisch hemiedrisch* und haben völlige Uebereinstimmung mit den *Hemiedrieen des isometrischen Systemes*. Jedoch ist diese Uebereinstimmung nur eine geometrische, nicht zugleich eine physische. $\frac{d}{+2}$; $\frac{d}{+2} + \frac{1}{+2}\frac{d}{-2} + \frac{1}{-2}\frac{b}{2}$; $\frac{d}{+2} + \frac{1}{+2}\frac{d}{-2} + \frac{1}{-2}\frac{d}{-2} + \frac{1}{-2}\frac{b}{2} + \frac{1}{+2}\frac{b}{2}$; $\frac{d}{+2} + \frac{d}{-2} + HP'$. Die Flächen $\frac{d}{+2}$ gleichen den W-Flächen des isometrischen Systemes; die Flächen $\frac{1}{+2}\frac{d}{-2} + \frac{1}{-2}\frac{b}{2}$ zusammen können betrachtet werden als $\frac{o}{2}$; die Flächen $\frac{1}{-2}\frac{d}{-2} + \frac{1}{+2}\frac{b}{2} = \frac{o'}{2}$; $\frac{d}{+2} + \frac{d}{-2} + HP' = RD$. Wenn die $\frac{1}{+2}\frac{d}{-2} + \frac{1}{-2}\frac{b}{2}$ ($= \frac{o}{2}$)- und $\frac{1}{-2}\frac{d}{-2} + \frac{1}{+2}\frac{b}{2}$ ($= \frac{o'}{2}$) Flächen zusammen und von ziemlich gleicher Größe vorkommen, so entstehen scheinbar die vollkommensten isometrischen Oktaeder. — Spltb. sehr unvollkommen nach den scheinbaren Oktaederflächen. — H. = 7. Br. muschlig — uneben; spröde. D. = 3. Glasglanz; pellucid. Das optische Verhalten des Borazits unterscheidet denselben vollkommen vom isometrischen

* Blickt man durch einen klaren Turmalinxll parallel einer Nebenaxe auf einen beleuchteten Körper, so erhält man nur eine Hälfte des Lichtstrahles in einer gewissen Richtung, indem die zweite Hälfte von dem Xlle gar nicht durchgelassen wird. Der durch den Turmalin gedrungene Lichtstrahl ist polarisirt, d. h. er kann nicht mehr in jeder beliebigen Richtung gebrochen werden. Hat man den Turmalinxll parallel der Hauptaxe durchschnitten und dreht man die eine Hälfte so, daß sie die andere Hälfte rechtwinklig kreuzt (Fig. 972), so wird der Lichtstrahl, welcher durch die eine Hälfte in einer gewissen Richtung hindurchgetreten ist, nun nicht in der gleichen Richtung durch die andere verkehrte Hälfte durchtreten können. Man sieht ihn daher nicht, der Turmalin erscheint völlig dunkel. Bringt man aber zwischen die beiden Tur-

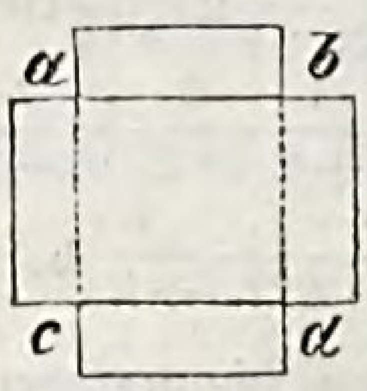


Fig. 972. Zwei aus einem Xll der Hauptaxe parallel geschliffene Turmalinplättchen dunkel gestellt, d. h. so gelegt, daß sie kein Licht durchlassen.

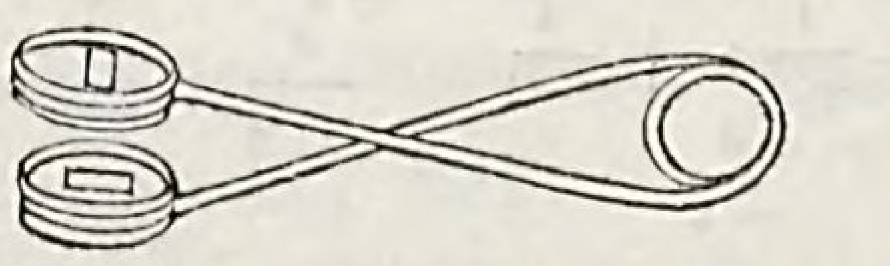


Fig. 973. Eine sich elastisch schließende Drahtzange, deren Arme an ihrem Ende ringförmige Einfassungen tragen, welche zur Auflegung der Turmalinplättchen passend vorgerichtet sind. Man zwängt den zu untersuchenden Körper zwischen die beiden Einfassungen.

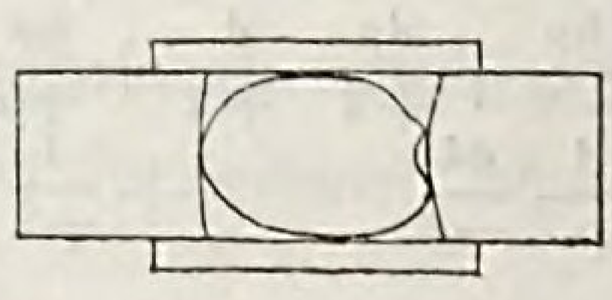


Fig. 974. Darstellung der Methode nach welcher man unregelmäßig geformte Bruchstücke zur Untersuchung im Turmalinapparate vorrichtet. Zwei Korkstückchen von der Dicke des Bruchstückes sind auf ein Glastäfelchen gelegt, so daß das Bruchstück zwischen dieselben paßt. Ein anderes Glastäfelchen deckt das Ganze. Der Zwischenraum wird mit dickem klarem Terpentin ausgefüllt.

malinplatten einen Körper von doppelter Strahlenbrechung, so führt dieser einen Theil des Lichtstrahles in eine solche Richtung über, daß derselbe nun auch durch die zweite Turmalinplatte hindurch gelangt, und man bemerkt folglich nun einen Schimmer. Man bedient sich verschiedener einfacher Apparate (Fig. 973 u. 974), um auf diese Weise an Körpern, welche man zu dem Zwecke zwischen die Turmalintafeln bringt, zu untersuchen, ob sie doppelt- oder einfach brechend seien. Denn man hat hierin ein Mittel, auch an solchen Bruchstücken, welche keine erkennbare Spur von Xllflächen besitzen, zu bestimmen, ob dieselben einem der fünf letzten Xllisationensysteme angehören oder nicht. So unterscheidet man leicht ein Stück Granat (isometrisch xllisirend) von Zirkon (quadratisches System), Spinell (isometrisch) von Saphir (hexagonales System). Auch ganz amorphe Körper, wie Glas, bewirken, eben weil sie nie doppelte Strahlenbrechung besitzen, nie den Durchtritt des Lichtstrahles durch den „dunkel gestellten" Turmalinapparat. Man kann daher durch dieses Mittel Glas sehr sicher von dem (hexagonalen) Quarzxll oder Bergkrystall unterscheiden, ohne die Härteprobe machen zu müssen. —

Systeme; denn derselbe besitzt doppelte Strahlenbrechung und eine optische Axe, welche mit einer Eckenaxe des scheinbaren Würfels übereinstimmt. Die Uebereinstimmung in geometrischer Hinsicht beruht darauf, daß die Hauptaxe des Rhomboeders völlig in der Länge übereinstimmt mit den Querdurchmessern, welche die diametral entgegengesetzten Rhomboederecken verbinden. Der Borazit wird durch Erwärmen polarisch elektrisch. — Subst. $= Mg^3 \ddot{B}^4$.

B. Nichtpolarische:

a. Elementarstoffe.

3. Gediegen Arsenik. Xllf. $\frac{d}{+2}$. Spaltb. parallel den Rhomboederflächen und den basischen, äußerlich nicht vorkommenden Flächen. — H. = 3—4. Br. uneben, feinkörnig; spröde. D. = 5,8. Metallglanz; opak; char. Farbe: zinnweiß ins Bleigraue; an der Luft immer rasch schwarz anlaufend. — Subst. = As.

4. Gediegen Antimon. Xllf. $\frac{d}{+2} + \frac{d}{-2} + b$. Spltb. nach den Flächen des einen Rhomboeders und nach den b-Flächen. H. = 3. Br. der leichten Spaltbarkeit wegen unerkennbar; wenig spröde; nicht dehnbar. D. = 6,6. Metallglanz; opak; char. Farbe: zinnweiß, gelbgraulich angelaufen. — Subst. = Sb.

5. Gediegen Tellur. Xllf. $\frac{d}{+2} + HP + \frac{d}{-2}$. Spltb. parallel einem Rhomboeder und nach der basischen Fläche, welche äußerlich nicht vorkommt. — H. = 2,3. Br. nicht deutlich; wenig milde. D. = 6,2. Metallglanz; opak; char. Farbe: silberweiß. — Subst. = Te.

b. Oxyde.

6. Kupferblüthe. Xllf. $\frac{d}{+2}$; $\frac{d}{+2} + HP + b$; $HP + b$. Spltb. vollkommen nach den $\frac{d}{+2}$-Flächen. — H. = 3—4. Br. nicht zu beobachten; spröde. D. = 5,8. Demantglanz; pellucid; char. Farbe: kochenillroth. — Subst. $= \dot{\bar{Cu}}$. Das Kupferoxydul xllisirt als Rothkupfererz im isometrischen Systeme.

7. Quarz (Bergkrystall). Xllf. D; D + HP; D + HP + $\frac{dd}{4}$ (Fig. 959); $\frac{d}{+2} + \frac{d}{-2} + \frac{hp}{+2} + \frac{hp}{-2}$. Die Formen, oft außerordentlich verzerrt, theils durch ungleichen Abstand der Flächen vom Mittelpunkte (Fig. 975), theils durch Gruppirungen (Fig. 966). Die HP-Flächen sind stets parallel den Randkanten gereift, oft mit deutlich einspringenden Winkeln. Spltb. unvollkommen parallel den D- und den HP-Flächen. — H. = 7. Br. muschlig; spröde. D. = 2,7. Glasglanz, etwas fettartig; pellucid. Durch Aneinanderreibung im Dunkeln phosphorescirend; am Stahle Funken gebend. — Subst. $= \ddot{Si}$. Dieselbe Substanz findet sich häufig in amorphem Zustande, und erhält dann den Namen Opal.*

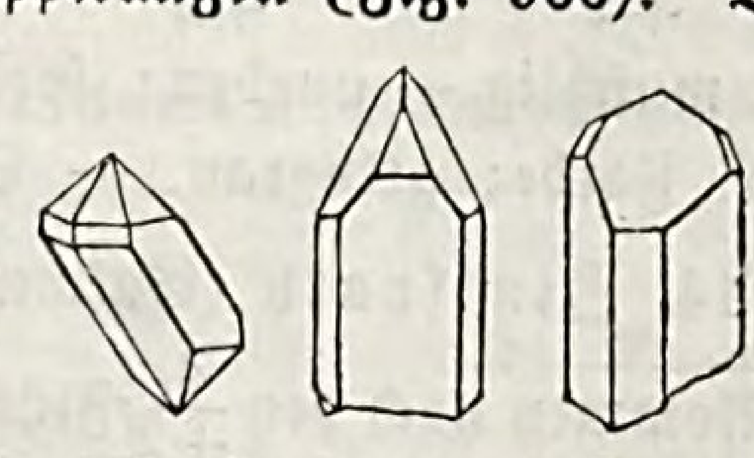


Fig. 975. Drei verzerrte Quarzxlle, sämmtlich: D + HP, der erste ganz vollständig, die beiden andern waren am untern Ende aufgewachsen und konnten sich daher hier nicht ausbilden.

* Opal hat eine geringere Dichtigkeit, als der Quarz, ebenso eine geringere Härte: derselbe ist in siedendem Wasser merklich auflöslich, der Quarz dagegen nur äußerst wenig. Aetzkalilauge löst den Opal, den Quarz dagegen ebenfalls äußerst wenig. — Chalcedone sind innige Gemenge von xllinischer und von amorpher $\ddot{Si}$, also von Quarz und Opal; man unterscheidet sehr zahlreiche Varietäten nach den Farben, wie Carneol, Heliotrop, Chrysopras u. s. w. Feuerstein, Hornstein und Jaspis sind Chalcedone, welche durch bituminose Substanzen, durch Eisenoxyd oder Eisenoxydhydrat, Kalkerde, Thon u. s. w. verunreinigt sind. Wegen der mannigfaltigen Anwendung des Quarzes, Chalcedons und Opals zu Kunst- und Schmucksachen unterscheidet man viele Varietäten mit besondern Namen. Wasserheller Quarz heißt Bergkrystall, rauchgrauer Rauchtopas, gelber Citrin, schwarzer Morion. Oft sind andere Mineralien, nicht selten in den schönsten erkennbaren Xllformen, in Quarzxllen eingeschlossen, wie Eisenglanz, Rutil, Glimmer. Quarz mit Glimmer reichlich erfüllt heißt Avanturin. Chalcedone von verschiedenen bandirten Farbenzeichnungen, oft von Quarz- und Opallagen durchzogen, heißen Onyxe und Achate. Der „edle" Opal ist von zahllosen mikroskopischen Rissen durchzogen, welche eine Folge seines Entstehens durch Austrocknung gallertartiger Kieselerdeabscheidungen aus zersetzten Mineralien (Feldspathen!) zu sein scheinen, und welche das Licht in den verschiedensten Richtungen brechen und in die Regenbogenfarben zerlegen. Ein solches Farbenspielen nennt man „Opalisiren". —

8. Eisenglanz. (Eisenoxyd). Xllf. $\frac{d}{+2}$; $\frac{d}{+2} + b$; $\frac{d}{+2} + b + HP$; $\frac{d}{+2} + D' + b$; $D' + b$; $\frac{d}{+2} + \frac{d}{+2}$; $\frac{d}{+2} + \frac{d}{+2} + D'$. Spltb. parallel den $\frac{d}{+2}$-Flächen und parallel den b-Flächen, selten deutlich. — H. = 6. Br. muschlig — uneben; spröde. D. = 5. Metallglanz; opak; char. Farbe: eisenschwarz-stahlgrau. — Subst. = $\ddot{Fe}$ (oft theilweise $\dot{Fe}$ und dann magnetisch).

9. Korund (Saphir). Xllf. $\frac{d}{+2}$; $\frac{d}{+2} + b$; $\frac{d}{+2} + HP' + b$; $HP' + b$; $\frac{d}{+2} + D'$; D'; $D' + HP'$; $D' + HP' + b$. Spltb. nach den Rhomboeder- und basischen Flächen. — H. = 9. Br. muschlig — uneben; spröde. D. = 4. Glasglanz, auf den basischen Flächen perlmutterartig; pellucid; mitunter mit sechsstrahlig sternförmigem Lichtscheine. — Subst. = $\ddot{Al}$.

c. Doppelsulfide.

10. Rothgültigerz. Xllf. $\frac{d}{+2} + HP'$; $\frac{d}{+2} + HP' + \frac{d}{-2}$; $HP' + b$; $\frac{d}{-2} + \frac{dd}{+2}$; $\frac{dd}{+2} + HP' + \frac{d}{-2}$; $\frac{dd}{+2} + \frac{dd}{-2}$; $\frac{dd}{+2} + HP' + \frac{dd}{+2} + \frac{dd}{+2}$. Spltb. parallel den $\frac{d}{+2}$-Flächen. — H. = 2–3. Br. uneben — muschlig; wenig milde. D. = 5,7. Demantglanz, ziemlich metallartig; pellucid; char. Farbe: karmesinroth — kochenillroth. — Subst. = $\acute{Ag}^3\,\dddot{R}$ ($\dddot{R} = \dddot{Sb}$, $\dddot{As}$).

11. Magnetkies. Xllf. D; $D + HP + b$; $D + HP + HP' + D'$; $D + D + D' + HP + HP'$. Spltb. parallel den D-Flächen, sehr gering parallel den HP-Flächen. — H. = 4. Br. muschlig — uneben; spröde. D. = 4,6. Metallglanz; opak; char. Farbe: tombackbraun. — Subst. = $5\dot{Fe} + \ddot{Fe}$.

d. Sauerstoffsalze.

12. Natronsalpeter. Xllf. $\frac{d}{+2}$. Spltb. parallel den Rhomboederflächen. — H. = 1–2. Br. muschlig; wenig spröde, fast milde, sehr zerbrechlich. D. = 2. Glasglanz; pellucid. Geschmack bitterlich kühlend. — Subst. = $\dot{Na}\,\ddot{\ddot{N}}$.

13. Eisenspath (Spatheisenstein). Xllf. $\frac{d}{+2}$; $\frac{d}{+2} + b$; $\frac{d}{+2} + \frac{d}{-2}$; $\frac{d}{+2} + \frac{d}{-2} + b$; $\frac{d}{-2}$; $\frac{d}{+2} + HP'$; $\frac{d}{+2} + HP$. Spltb. parallel den $\frac{d}{+2}$-Flächen vollkommen. — H. = 4. Br. muschlig — uneben; spröde. D. = 3,7. Glasglanz, häufig perlmutterartig; pellucid; char. Farbe: gelbgrau. — Subst. = $\dot{Fe}\,\ddot{C}$.

14. Zinkspath (Galmey). Xllf. $\frac{d}{+2}$; $\frac{d}{+2} + b$; $\frac{d}{+2} + b + \frac{d}{-2}$; $\frac{d}{+2} + HP'$. Spltb. vollkommen nach den $\frac{d}{+2}$-Flächen. — H. = 5. Br. uneben; spröde. D. = 4,4. Glasglanz, oft perlmutterartig; pellucid — oft äußerst wenig. — Subst. = $\dot{Zn}\,\ddot{C}$.

15. Manganspath (Diallogit). Xllf. $\frac{d}{+2}$; $\frac{d}{+2} + \frac{d}{-2}$; $\frac{d}{+2} + HP' + b$; $HP' + b$. Spltb. vollkommen parallel den $\frac{d}{+2}$-Flächen. — H. = 4. Br. uneben; spröde. D. = 3,5. Glasglanz, etwas perlmutterartig; pellucid; char. Farbe: röthlich weiß. — Subst. = $\dot{Mn}\,\ddot{C}$.

16. Magnesit. Xllf. $\frac{d}{+2}$; $\frac{d}{+2} + \frac{d}{-2}$. Spltb. parallel den $\frac{d}{+2}$-Flächen. — H. = 4–5. Br. flachmuschlig; spröde. D. = 3. Glasglanz; pellucid. — Subst. = $\dot{Mg}\,\ddot{C}$.

17. Kalkspath. Xllf. Gegen 700 Formen, zum Theil sehr complicirte Combinationen des Kalkspathes sind bereits beobachtet. Die wichtigsten sind: $\frac{d}{+2}$; $\frac{d}{+2} + \frac{d}{-2}$; $\frac{d}{-2}$; $\frac{d}{-2} + HP$; $\frac{d}{+2} + \frac{d}{+2}$; $\frac{d}{+2} + \frac{d}{+2} + \frac{d}{-2}$; $\frac{d}{+2} + \frac{dd}{+2}$; $\frac{dd}{+2}$; $\frac{d}{+2} + b$; $\frac{d}{+2} + HP$; $\frac{d}{+2} + HP'$; $\frac{d}{-2} + \frac{d}{+2} + HP$; $HP + \frac{dd}{+2}$; $\frac{d}{+2} + HP + \frac{dd}{+2}$; $\frac{d}{-2} + \frac{dd}{+2} + HP$; $HP + b$. Die Rhomboeder sind theils sehr stumpf, theils minder stumpf, spitz oder sehr spitz und oft mehrere positive und mehrere negative mit einander combinirt. Rhomboeder und Skalenoeder sind oft parallel den b-Flächen gruppirt, wie Fig. 960–963. Spltb. sehr vollkommen, parallel $\frac{d}{+2}$ mit einer Neigung der Flächen zu Scheitelkanten von 105° 5'

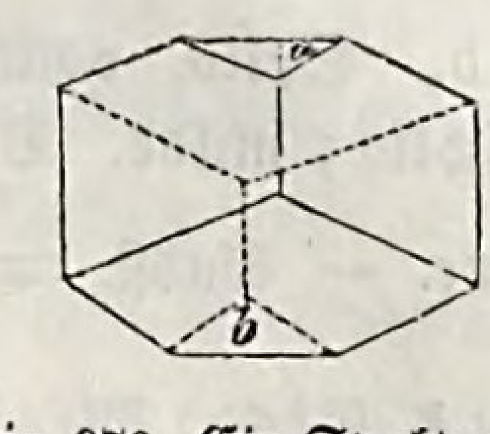


Fig 976. Ein Spaltungsrhomboeder von isländischem Doppelspathe mit angeschliffenen b=Flächen (dieselben sind in der Figur mit a und b bezeichnet).

und zu Randkanten von 74° 55′; dieses Rhomboeder kommt für sich äußerlich sehr selten vor. — H. = 3. Br. muschlig, splitterig, selten zu beobachten; spröde. — D. = 2,6. Glasglanz, etwas fettartig. Reinere Varietäten lassen in Spaltungsrhomboedern die doppelte Strahlenbrechung ausgezeichnet erkennen („Doppelspath" von Island). Um die optische Axe zu untersuchen, wählt man Stücke mit den b=Flächen oder bringt diese Flächen durch Anschleifung hervor (Fig 976). Durch Reiben und Druck sehr andauernd elektrisch (durch Druck mit den Fingern stets positiv). — Subst. = $\dot{C}a\ \ddot{C}$.

18. Dioptas. Xllf. $\frac{d}{+2} + HP'$; $\frac{d}{+2} + HP' + \frac{d}{+2}$; $\frac{d}{+2}\,HP'$. Spltb. nach den Rhomboederflächen vollkommen. — H. = 5. Br. muschlig — uneben; spröde. D. = 3,2. Glasglanz; pellucid; char. Farbe: smaragdgrün. — Subst. = $\dot{C}u^3\ \ddot{S}i^2 + 3\dot{H}$.

19. Grünbleierz. Xllf. D + b; D + HP + b; D + HP; HP + b; D + HP + HP′; HP + HP′ + b. Durch Reifung der Prismenflächen zur Bildung der HP′=Flächen oft walzenförmig gerundet (Fig. 977). Spltb. undeutlich parallel den D=Flächen, nur sehr wenig parallel den HP=Flächen. — H. = 3—4. Br. uneben — muschlig; spröde. D. = 7. Fettglanz pellucid. — Subst. = $3\ \dot{P}b^3\ (\dddot{P}, \dddot{A}s) + Pb\ Cl$.

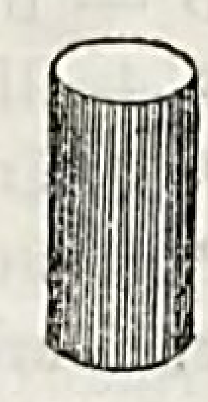


Fig. 977. Ein Grünbleierzxll. HP + HP′ + b.

e. Doppelsalze.

20. Bitterspath (Braunspath). Xllf. $\frac{d}{+2}$; $\frac{d}{+2} + \frac{d}{-2}$; $\frac{d}{-2}$; $\frac{d}{+2} + \frac{d}{+2}$; $\frac{d}{+2} + \frac{d}{+2} + b$; $\frac{d}{+2} + \frac{d}{-2} + b$; $\frac{d}{+2} + b$. Spltb. vollkommen parallel den $\frac{d}{+2}$=Flächen. — H. = 3 bis 4. Br. muschlig; spröde. D. = 2,9. Perlmutterartiger Glasglanz; pellucid. — Durch Erwärmen, Schlagen oder Reiben phosphorescirend. — Subst. = $\dot{C}a\ \ddot{C} + \dot{M}g\ \ddot{C}$.

21. Alaunstein. Xllf. $\frac{d}{+2}$; $\frac{d}{+2} + b$. Spltb. nach den Rhomboeder= und b=Flächen. H. = 5. Br. uneben — muschlig; spröde. D. = 2,6. Glasglanz, etwas perlmutterartig; pellucid. — Subst. = $\dot{K}\ \dddot{S} + 3\ \ddot{A}l\ \dddot{S} + 6\ \dot{H}$.

22. Chabasit. Xllf. $\frac{d}{+2}$; $\frac{d}{+2} + \frac{d}{-2}$; $\frac{d}{+2} + \frac{d}{-2} + \frac{d}{-2}$; $\frac{d}{+2} + \frac{d}{-2} + \frac{d}{-2} + \frac{dd}{+2}$; $\frac{d}{+2} + \frac{dd}{+2}$; $\frac{dd}{+2}$. Oft regelmäßige Gruppen von 12 Individuen der Form $\frac{d}{+2} + \frac{d}{-2}$ zu einem dodekaederähnlichen Ganzen, indem je sechs $\frac{d}{-2}$=Flächen einen Dodekaedergipfel darstellen. Viele Flächen zeigen auffallende Reifungen, besonders die $\frac{dd}{+2}$=Flächen. Spltb. vollkommen nach den $\frac{d}{+2}$=Flächen. — H. = 4. Br. uneben — muschlig; spröde. D. = 2. Starker Glasglanz; pellucid. — Subst. = $\dot{R}\ \ddot{S}i^2 + 3\ \ddot{A}l\ \ddot{S}i^2 + 18\ \dot{H}$ ($\dot{R}$ bedeutet $\dot{C}a$, $\dot{N}a$, $\dot{K}$).

Zweite Reihe.

Basisch und prismatisch spaltbare hexagonale Mineralxlle.

a. Elementarstoffe.

1. Graphit. Xllf. HP + b. Spltb. sehr vollkommen parallel den b=Flächen. — H. = 1—2. Br. muschlig — uneben; milde; in dünnen Blättchen biegsam; fettartig anzufühlen. D. = 2. Metallglanz; pellucid; char. Farbe: eisenschwarz. — Subst. = C. Der Kohlenstoff xllisirt isometrisch als Demant. Da die Xllisation des Graphits mit derjenigen des Eisenglanzes nahe übereinstimmt, so ist es von Interesse, daß derselbe immer mehr oder weniger Eisenoxyd zu enthalten scheint.

b. Sulfide.

2. Molybdänglanz. Xllf. D; D + HP; D + HP + b; D + D′ + HP + b. Spltb. sehr vollkommen parallel den b=Flächen. — H. = 1—2. Br. der Spaltbarkeit wegen nicht wahrnehmbar; sehr milde; in dünnen Blättern biegsam; fettartig anzufühlen. D. = 4,5. Metallglanz; pellucid; char. Farbe: bleigrau. — Subst. $\ddot{M}o$.

3. Zinnober. Xllf. $\frac{d}{+2}$; $\frac{d}{+2} + b$; $\frac{d}{+2} + \frac{d}{+2} + b + HP$; $\frac{d}{+2} + \frac{d}{+2} + \frac{d}{+2}$

+ b. Spltb. vollkommen parallel den HP-Flächen. — H. = 2—3. Br. uneben — muschlig; milde. D. = 8. Demantglanz; pellucid; char. Farbe: kochenillroth ins Bleigraue. — Subst. = $\acute{\text{Hg}}$.

c. Oxyde.

4. Eis. Xllf. D; D + b; D + HP; D + HP + b; HP + b. Die b-Flächen sind meistens parallel den Kanten, welche diese Flächen mit den HP-Flächen darstellen würden, sechseckig gereift. Spltb. parallel den b-Flächen und den HP-Flächen. — H. = 1—2. Br. muschlig; milde. D. = 0,937. Bei der Xllisation des Wassers erfolgt eine geringe Volumenvermehrung, welche auf Rechnung der Blätterdurchgänge (Spaltungsklüfte) zu setzen ist. — Glasglanz; pellucid; char. Farbe: blaulichgrün. — Subst. = $\dot{\text{H}}$.

d. Chlorid-Sauerstoffsalze.

5. Apatit. Xllf. D + HP + b; D + D′ + HP + b; HP + b; HP + HP′ + b; D + D + HP + b; D + D + D′ + HP + HP′ + b; D + DD + HP + b; D + D + DD + HP + HP′ + b. Durch Reifung auf den Prismenflächen zur Bildung der DD-Flächen oft walzenförmig gerundet, wie Fig. 977. Spltb. unvollkommen parallel den HP-Flächen. — H. = 5. Br. muschlig; spröde. D. = 3,2. Glasglanz, fettartig; pellucid. Durch Reiben phosphorescirend; in gepulvertem Zustande auch durch Erwärmen. — Subst. = 3 $\dot{\text{Ca}}^3\,\dddot{\ddot{\bar{\text{P}}}}$ + Ca Cl (für Cl oft auch Fl).

e. Doppelsalze.

6. Einariger Glimmer (Hexagonglimmer). Xllf. $\frac{\text{d}}{+2}$ + HP + b; HP + b; D + b; D + HP + b. Spltb. sehr vollkommen nach den basischen Flächen. — H. = 2—3. Br. nicht zu beobachten wegen der leichten Spaltbarkeit; milde; in dünnen Blättchen elastisch biegsam. D. = 2,8. Glasglanz, auf den b-Flächen lebhaft perlmutterartig. Dichroismus * parallel der Hauptaxe smaragdgrün, senkrecht gegen dieselbe hyacinthroth. — Subst. = $\dot{\text{R}}^3\,\dddot{\text{Si}} + \dddot{\bar{\text{R}}}\,\dddot{\text{Si}}$ ($\dot{\text{R}} = \dot{\text{K}}, \dot{\text{Mg}}, \dot{\text{Fe}}$; $\dddot{\bar{\text{R}}} = \dddot{\bar{\text{Al}}}\,\dddot{\bar{\text{Fe}}}$).

7. Nephelin (Eläolith). Xllf. D + HP + b; D + HP + HP′ + b; D + D + HP + b; HP + b. Spltb. parallel den HP-, in geringem Grade auch nach den b-Flächen. — H. = 6. Br. muschlig; spröde. D. = 2,5. Glasglanz — Fettglanz; pellucid. — Subst. = $(\dot{\text{Na}}, \dot{\text{K}})^2\,\dddot{\text{Si}} + 2\,\dddot{\bar{\text{Al}}}\,\dddot{\text{Si}}$.

8. Smaragd. Xllf. D + HP + D′ + b; D + D′ + HP + HP′ + b; HP + b; HP + HP + b. Spltb. parallel den b-Flächen ziemlich vollkommen, undeutlich parallel den HP-Flächen. — H. = 8. Br. uneben — muschlig; spröde. D. = 2,7. Glasglanz; pellucid. — Subst. = $\dddot{\bar{\text{Be}}}\,\dddot{\text{Si}}^2 + \dddot{\bar{\text{Al}}}\,\dddot{\text{Si}}^2$.

9. Chlorit. Xllf. HP + b. Spltb. sehr vollkommen parallel den b-Flächen. — H. = 1. Br. nicht zu beobachten, wegen der vorherrschenden Spaltbarkeit; milde; in dünnen Blättchen elastisch biegsam. D. = 2,7. Glasglanz, auf den b-Flächen perlmutterartig; pellucid; char. Farbe: metallischgrün. — Subst. = $(\dot{\text{Mg}}, \dot{\text{Fe}})^3\,\dddot{\text{Si}} + \dddot{\bar{\text{Al}}}\,\dddot{\text{Si}} + 2\,\dot{\text{Mg}}\,\dot{\bar{\text{H}}}^2$.

„Künstliche" Xlle, welche dem hexagonalen Systeme angehören, sind sehr selten; bemerkenswerth ist nur das Bleijodid (Pb J^2).

IV. Das orthorhombische System.

Den Xllisationen des orthorhombischen Systemes liegt ein Axenkreuz zu Grunde, welches sich von demjenigen des quadratischen Systemes nur dadurch unterscheidet, daß hier die beiden Nebenaxen nicht gleichartig, sondern ungleichartig sind. Somit sind alle drei sich rechtwinklig schneidenden Axen verschieden und

* Dichroismus oder Zweifarbigkeit nennt man die Eigenschaft, in verschiedenen Richtungen verschiedene Farben zu zeigen. Diese im Ganzen außerordentlich seltene Eigenschaft findet sich nie im isometrischen Systeme.

man dürfte ganz nach Belieben die eine oder die andere derselben als die Hauptaxe ansehen und dieselbe bei der xllologischen Betrachtung senkrecht gestellt denken. Die angenommene Hauptaxe heißt aufrechte Axe oder Orthoaxe. Anstatt der quadratischen Oktaeder des quadratischen Systemes erhalten wir, wenn wir die Endpunkte der drei Axen durch Ebenen verbinden, Oktaeder mit rautenförmigem (rhombischem) Horizontaldurchschnitte und nennen dieselben gerade rhombische oder orthorhombische Oktaeder (RO). Solche können natürlich stumpf (Fig. 978) oder spitz (Fig. 979) sein; je spitzer ein rhombisches Oktaeder nach einer Hauptaxe erscheint, um so stumpfer ist es, wenn man die kürzere Nebenaxe als Hauptaxe betrachtet. Die acht Flächen des orthorhombischen Oktaeders sind ungleichseitige Dreiecke. Je vier Kanten, welche in eine Ebene fallen, sind gleichartig, aber nur je zwei Ecken. Die Veränderungen, welche nach dem Gesetze der Symmetrie vorkommen können, müssen sich somit, wenn sie Kanten betreffen, vierfach, wenn sie Ecken betreffen, zweifach wiederholen.

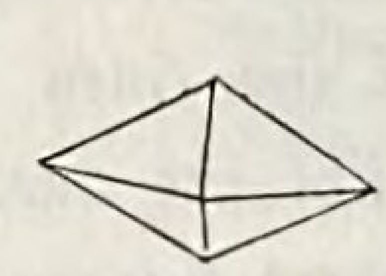


Fig. 978.

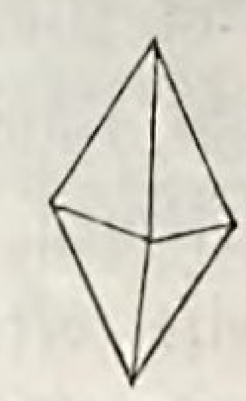


Fig. 979.

Fig. 978. Ein orthorhombisches Oktaeder in stumpfer Stellung. RO.

Fig. 979. Ein orthorhombisches Oktaeder in spitzer Stellung. RO.

Die Abstumpfung der Kanten betrifft, bei einer bestimmten Stellung der Hauptaxe, entweder die Randkanten (Fig. 980), oder die stumpferen Gipfelkanten (Fig. 981), oder die schärferen Gipfelkanten (Fig. 982). Im ersteren Falle führt die Veränderung zu einem senkrecht stehenden orthorhombischen Prisma (OP). Im zweiten zu einem horizontal liegenden rhombischen Prisma, dessen Prismenkanten parallel sind der längeren Nebenaxe, welche man, weil sie die längere Diagonallinie des rhombischen Horizontaldurchschnittes ist, die lange Diagonale oder Makrodiagonale nennt, und nach welcher man jenes horizontale Prisma als makrodiagonales Prisma (MP) bezeichnen kann. Im dritten Falle führt die Abstumpfung der Kanten zu einem ebenfalls horizontal liegenden rhombischen Prisma, dessen Kanten aber der kürzeren Diagonallinie oder Brachydiagonale parallel sind, und welches somit das brachydiagonale Prisma (BP) heißen muß. Combinationen dieser verschiedenen Prismen sind (Fig. 983—989). Es versteht sich von selber, daß diese Bezeichnungen nur für die angenommene Stellung des orthorhombischen Oktaeders

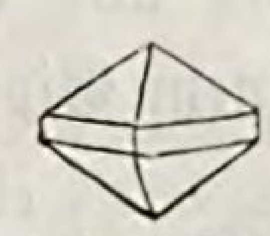


Fig. 980.

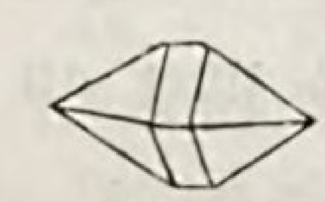


Fig. 981.

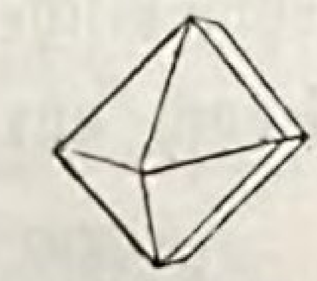


Fig. 982.

Fig. 980. Ein orthorhombisches Oktaeder mit abgestumpften Randkanten. RO + OP.

Fig. 981. Ein orthorhombisches Oktaeder mit abgestumpften stumpferen Gipfelkanten. RO + MP.

Fig. 982. Ein orthorhombisches Oktaeder mit abgestumpften schärferen Gipfelkanten. RO + BP.

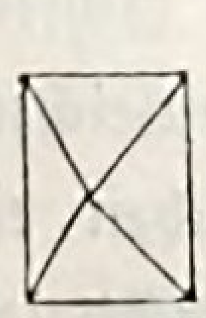


Fig. 983. Das orthorhombische Prisma mit den Flächen des makrodiagonalen Primas. OP + MP.

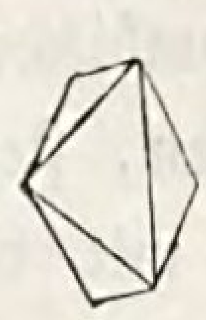


Fig. 984.

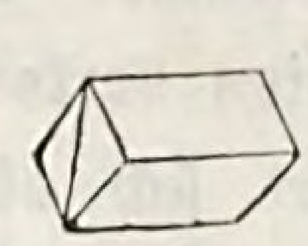


Fig. 985.

Fig. 984. Das orthorhombische Prisma mit dem brachydiagonalen Prisma. OP + BP.

Fig. 985. Das orthorhombische Prisma mit dem brachydiagonalen Prisma. OP + BP.



Fig. 986.



Fig. 987.

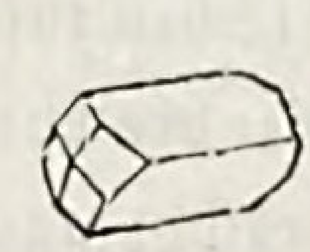


Fig. 988.

Fig. 986. Das orthorhombische Prisma mit dem makrodiagonalen und dem brachydiagonalen Prisma. OP + MP + BP.

Fig. 987. Das orthorhombische Prisma mit dem makrodiagonalen und dem brachydiagonalen Prisma. OP + MP + BP.

Fig. 988. Das orthorhombische Prisma mit dem makrodiagonalen und dem brachydiagonalen Prisma. OP + MP + BP.

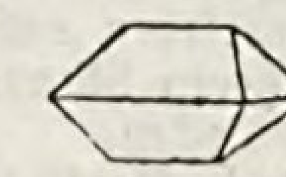


Fig. 989. Das makrodiagonale Prisma mit dem brachydiagonalen Prisma: rechteckiges Oktaeder. MP + BP.

passen, und daß, wenn man die Makrodiagonale oder die Brachydiagonale zur Orthoaxe machen würde, alle Bezeichnungen danach vertauscht werden müßten. Da die vier Ecken, welche durch die Flächen eines jeden der rhombischen Prismen je zweiflächig zugeschärft werden, immer nur paarweise gleichartig sind, so können die Kantenwinkel der rhombischen Prismen, welche die Ecken zuschärfen, sehr verschiedenartig sein. Dieselben sind mitunter nur äußerst wenig, ja bei einigen Allisationen nicht einmal um einen Grad von dem rechten Winkel verschieden, so daß man die Prismen leicht für quadratische halten könnte. Da aber die Ecken stets nur paarweise verändert werden, so verräth schon dieser Umstand die Verschiedenheit vom quadratischen Systeme. Aber auch in dem Falle, wo zwei Paare von Ecken durch zuschärfende Prismenflächen verändert werden, können sich nach dem Gesetze der Symmetrie immer nur die Veränderungen an den beiden gegenüberliegenden Ecken gleichen (Fig. 990). In diesem Falle bemerkt man die Prismenflächen nur je an einem Eckenpaare als Zuschärfungen, welche ein dachähnliches Aussehen haben und daher auch wohl Domen — makrodiagonales und brachydiagonales Doma, je nach den Prismenflächen, welche das Doma bilden — genannt werden. Wenn die Flächen zweier Domen sich an einer Ecke vereinigen, so bilden sie eine vierflächige, ungleichartig paarige Zuspitzung der betreffenden Ecken von den Kanten des orthorhombischen Oktaeders aus und können mitunter Oktaeder darstellen, deren Flächen jedoch nur je zwei an einem Gipfel gleichartig sind und deren Horizontaldurchschnitt ein Rechteck sein würde. Bisweilen sind mehrere solche Domen mit einander combinirt, wobei dann das eine die Gipfel des andern zuschärft (Fig. 991 und 992).

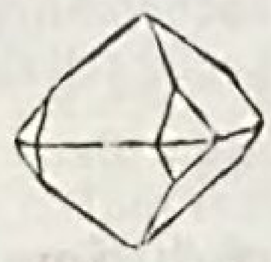


Fig. 990. Ein orthorhombisches Oktaeder an den Randecken zugeschärft. RO + MP + BP.

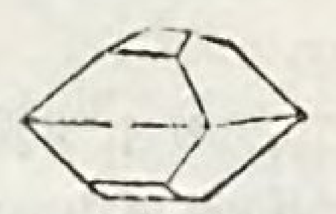


Fig. 991. Ein rechteckiges Oktaeder (makrodiagonales und brachydiagonales Prisma oder Doma), an den Gipfeln zugeschärft durch ein anderes makrodiagonales Doma. MP + BP + MP.

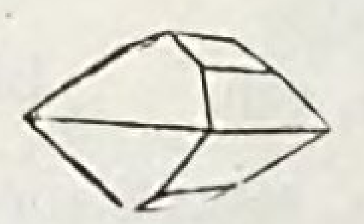


Fig. 992. Ein rechteckiges Oktaeder (makrodiagonales und brachydiagonales Doma), an den Gipfeln zugeschärft durch ein anderes brachydiagonales Doma. MP + BP + BP.

Die Abstumpfung der Ecken ergibt Flächenpaare, von welchen diejenigen, welche die Gipfelecken abstumpfen, wieder basische Flächen (b) genannt werden können, während diejenigen, welche die stumpferen Randecken abstumpfen, weil sie der Makrodiagonale parallel sind, makrodiagonale Flächen (M), diejenigen, welche die spitzeren Randecken abstumpfen und somit der Brachydiagonale parallel sind, brachydiagonale Flächen (B) genannt werden (Fig. 993). Die makrodiagonalen und brachydiagonalen Flächen zusammen bilden ein aufrechtes rechteckiges Prisma, die makrodiagonalen und basischen Flächen zusammen ein horizontales makrodiagonales rechteckiges Prisma, die brachydiagonalen und basischen Flächen zusammen ein horizontales brachydiagonales rechteckiges Prisma. Rhombische und rechteckige Prismen, wenn sie in Combination vorkommen, stellen ungleichseitig achteckige Prismen dar; verbindet sich aber mit den Flächen eines rhombischen Prismas nur ein basisches oder ein makrodiagonales oder brachydiagonales Flächenpaar, so entstehen ungleichseitig sechseckige Prismen. Combinationen der Flächen des orthorhombischen Oktaeders und des orthorhombischen, makrodiagonalen und brachydiagonalen Prismas mit den basischen und den makrodiagonalen und brachydiagonalen Flächen und Combinationen dieser Flächen unter sich stellen die Figuren 994—1026 dar.

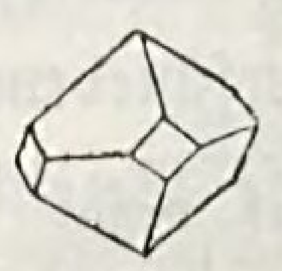


Fig. 993. Ein orthorhombisches Oktaeder mit abgestumpften stumpferen und spitzeren Randecken. RO + M + B.

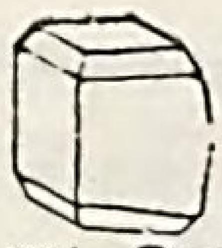


Fig. 994. Das orthorhombische Oktaeder mit dem orthorhombischen Prisma und den basischen Flächen. RO + OP + b.

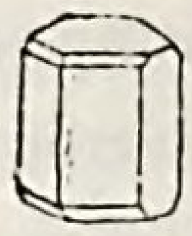


Fig. 995. Das orthorhombische Oktaeder mit dem orthorhombischen Prisma, den brachydiagonalen und den basischen Flächen. RO + OP + B + b.



Fig. 996. Das orthorhombische Oktaeder mit dem orthorhombischen Prisma, den brachydiagonalen und den basischen Flächen. RO + OP + B + b.

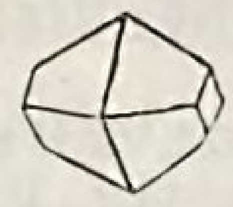


Fig. 997. Das orthorhombische Oktaeder mit den brachydiagonalen Flächen. RO + B.

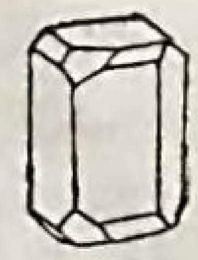


Fig. 998. Das orthorhombische Oktaeder mit dem orthorhombischen Prisma, dem makrodiagonalen Prisma, den brachydiagonalen und den basischen Flächen. RO + OP + MP + B + b.

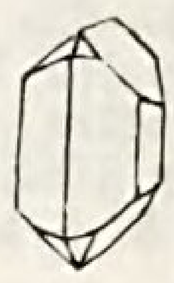


Fig. 999. Das orthorhombische Oktaeder mit zweien verschiedenen orthorhombischen Prismen und dem brachydiagonalen Prisma. RO + OP + OP + BP.

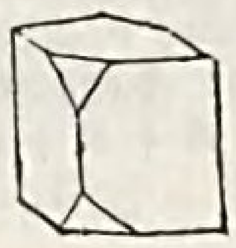
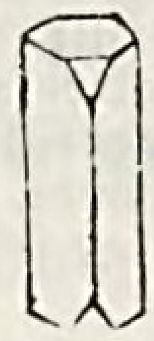


Fig. 1000.



1001.

Fig. 1000. Das orthorhombische Prisma mit dem makrodiagonalen Prisma und den basischen Flächen. OP + MP + b.

Fig. 1001. Das orthorhombische Prisma mit dem makrodiagonalen Prisma und den basischen Flächen. OP + MP + b.

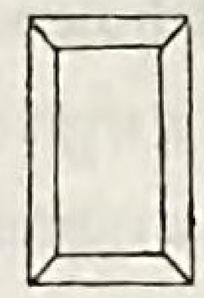
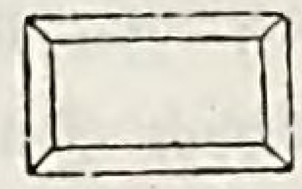


Fig. 1002.



1003.

Fig. 1002. Das orthorhombische Prisma mit dem makrodiagonalen Prisma und den makrodiagonalen Flächen. OP + MP + M.

Fig. 1003. Das orthorhombische Prisma mit dem makrodiagonalen Prisma und den makrodiagonalen Flächen. OP + MP + M.

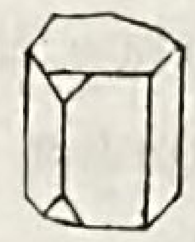


Fig. 1004. Das orthorhombische Prisma mit dem makrodiagonalen Prisma und mit den brachydiagonalen und basischen Flächen. OP + MP + B + b.

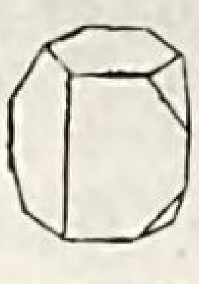


Fig. 1005. Das orthorhombische Prisma mit dem brachydiagonalen Prisma und den basischen Flächen. OP + BP + b.

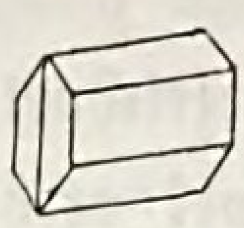
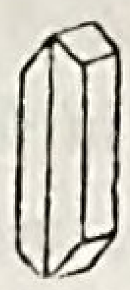


Fig. 1006.



1007.

Fig. 1006. Das orthorhombische Prisma mit dem brachydiagonalen Prisma und den brachydiagonalen Flächen. OP + BP + B.

Fig. 1007. Das orthorhombische Prisma mit dem brachydiagonalen Prisma und den brachydiagonalen Flächen. OP + BP + B.

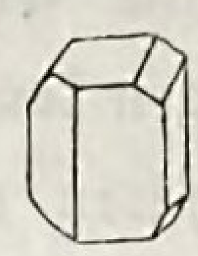


Fig. 1008. Das orthorhombische Prisma mit dem brachydiagonalen Prisma, den brachydiagonalen und den basischen Flächen. OP + BP + B + b.

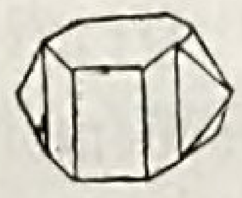


Fig. 1009. Das orthorhombische Prisma mit einem zweiten orthorhombischen Prisma, dem brachydiagonalen Prisma, den makrodiagonalen und den basischen Flächen. OP + OP + BP + M + b.

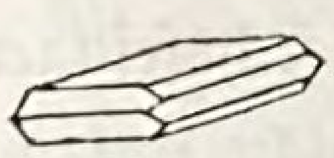


Fig. 1010. Das makrodiagonale Prisma mit dem brachydiagonalen Prisma, den brachydiagonalen und den basischen Flächen. MP + BP + B + b.

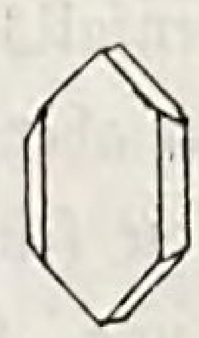


Fig. 1011. Das orthorhombische Prisma mit dem brachydiagonalen Prisma und den makrodiagonalen Flächen. OP + BP + M.



Fig. 1012. Das orthodiagonale Prisma mit den makrodiagonalen und den basischen Flächen. OP + M + b.

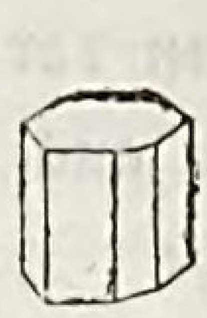


Fig. 1013. Das orthorhombische Prisma mit den makrodiagonalen, brachydiagonalen und basischen Flächen. OP + M + B + b.

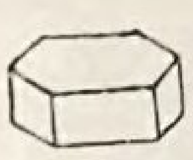
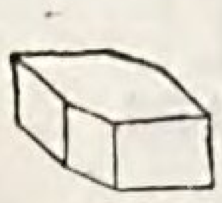


Fig. 1014.



1015.

Fig. 1014. Das orthorhombische Prisma mit den brachydiagonalen und den basischen Flächen. OP + B + b.

Fig. 1015. Das orthorhombische Prisma mit den brachydiagonalen und den basischen Flächen. OP + B + b.

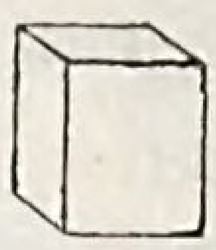
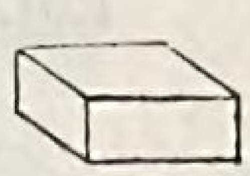


Fig. 1016.



1017.

Fig. 1016. Das orthorhombische Prisma mit den basischen Flächen. OP + b.

Fig. 1017. Das orthorhombische Prisma mit den basischen Flächen. OP + b.



Fig 1018. Das makrodiagonale Prisma mit dem brachydiagonalen Prisma, einem zweiten brachydiagonalen Prisma und den makrodiagonalen Flächen. MP + BP + BP + M.

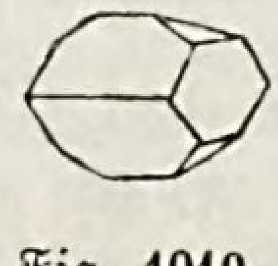


Fig. 1019. Das makrodiagonale Prisma mit dem brachydiagonalen Prisma und den brachydiagonalen Flächen. MP + BP + B.

*

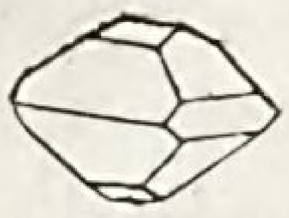


Fig. 1020. Das makrodiagonale Prisma mit einem zweiten makrodiagonalen und dem brachydiagonalen Prisma und den brachydiagonalen Flächen. MP + MP + BP + B.

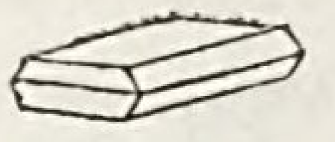


Fig. 1021. Das makrodiagonale Prisma mit dem brachydiagonalen Prisma und den basischen Flächen. MP + BP + b.

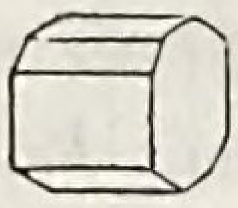


Fig. 1022. Das makrodiagonale Prisma mit den makrodiagonalen, brachydiagonalen und basischen Flächen. MP + M + B + b.

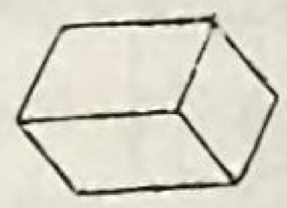


Fig. 1023. Das makrodiagonale Prisma mit den brachydiagonalen Flächen. MP + B.

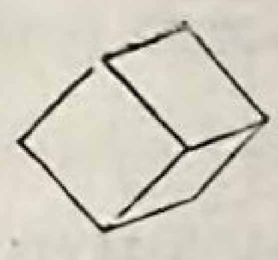


Fig. 1024. Das brachydiagonale Prisma mit den makrodiagonalen Flächen. BP + M.

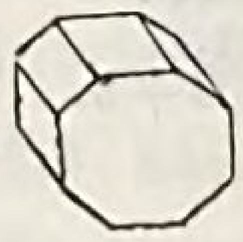


Fig. 1025. Das brachydiagonale Prisma mit den makrodiagonalen, brachydiagonalen und basischen Flächen. BP + M + B + b.

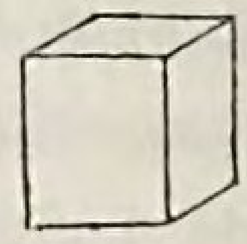


Fig. 1026. Die makrodiagonalen, brachydiagonalen und basischen Flächen. M + B + b.

Zuschärfung der Randkanten führt zur Bildung spitzerer orthorhombischer Oktaeder; Zuschärfung der Gipfelkanten oder Zuspitzung der Gipfel- oder der Randecken von den Flächen aus bringt verschiedene orthorhombische Oktaeder mit anderen Axenverhältnissen hervor. Combinationen, in welchen die Flächen von dergleichen orthorhombischen Oktaedern vorkommen, stellen die Fig. 1027 und 1028 dar.

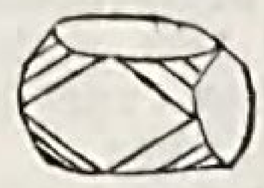


Fig. 1027. Die Flächen dreier verschiedener orthorhombischer Oktaeder, combinirt mit den makrodiagonalen, brachydiagonalen und basischen Flächen. RO + RO + RO + M + B + b.

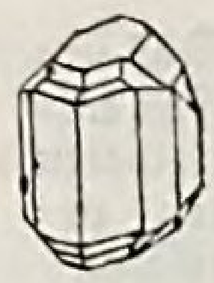


Fig. 1028. Die Flächen dreier verschiedener orthorhombischer Oktaeder und dreier orthorhombischer Prismen mit zweien brachydiagonalen Prismen und den basischen Flächen. RO + RO + RO + OP + OP + OP + BP + BP + b.

Hemiedrische Formen sind im orthorhombischen Systeme sehr selten. Regelmäßige Gruppirungen kommen dagegen in sehr ausgezeichneter Weise vor. Zu den einfachsten derselben gehören diejenigen, bei welchen zwei orthorhombische Prismen so durch einander gewachsen erscheinen, daß sie ein rechtwinkliges Kreuz mit mehr oder weniger ausgedehnten Armen darstellen, wie solche beim Staurolith vorkommen. Häufiger sind orthorhombische Prismen der Länge nach vereinigt und zwar mitunter zu zweien, welche sich nur mit einer Kante berühren, während die einspringenden Winkel zwischen ihnen sich mit Xllmasse ausgefüllt haben, so daß die Gruppen sechsseitige Prismen nachahmen (Fig. 1029). Oder es sind drei solche Prismen mit Flächen vereinigt und stellen auf diese Weise ebenfalls eine Art sechsseitiger Prismen dar (Fig. 1030). Das dritte Individuum scheint aber dabei oft nicht einfach, sondern aus vielen kleineren solchen zusammengewachsen zu sein, indem man mitunter deutliche Spuren einer derartigen Zusammenfügung und besonders einspringende

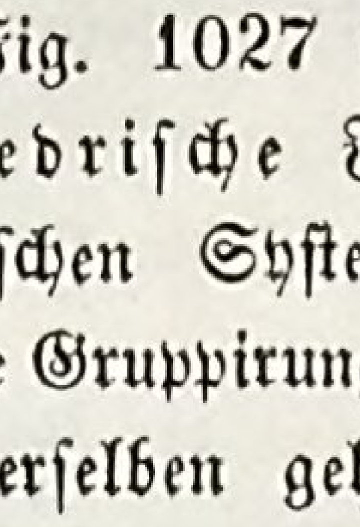
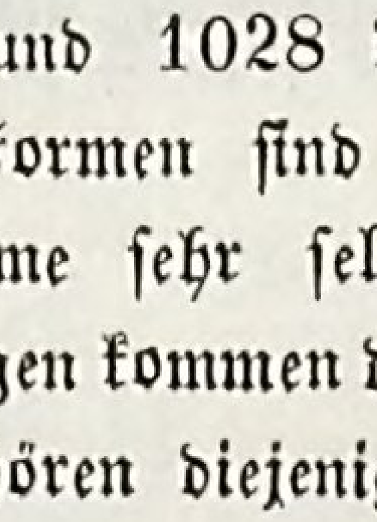
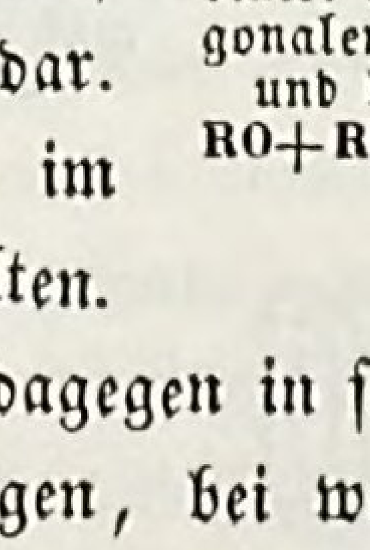


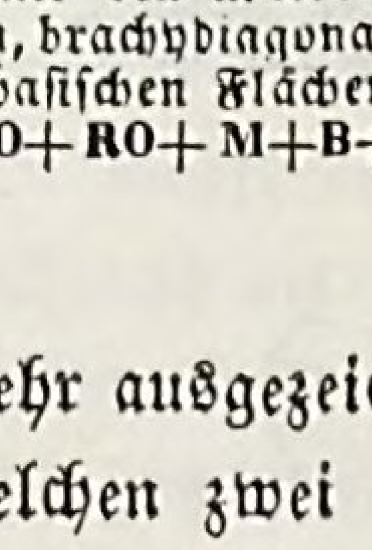
Fig. 1029.



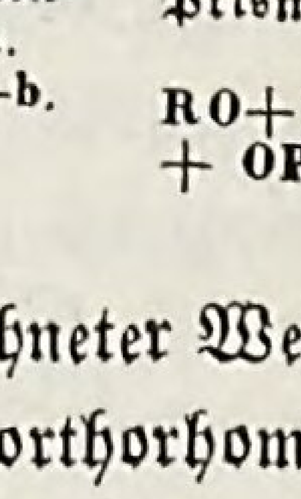
1030.



1031.



1032.



1033.

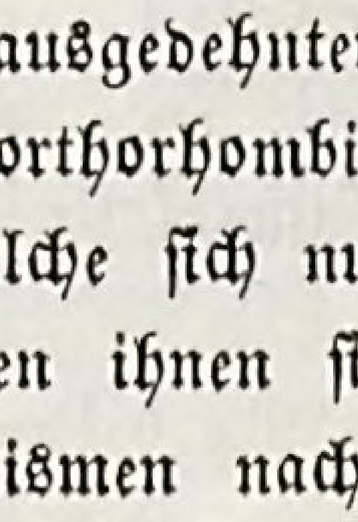
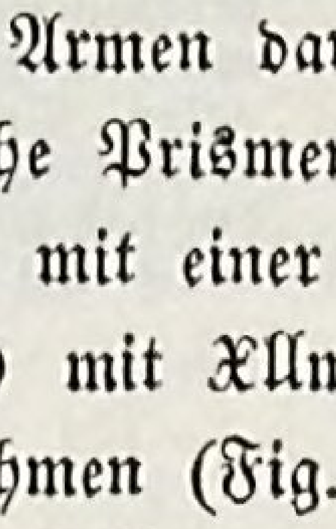
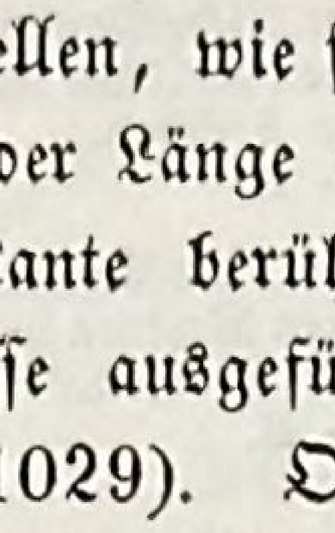


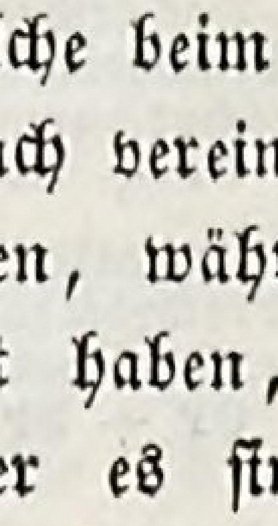
Fig. 1034.



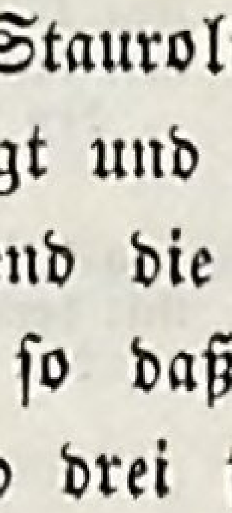
1035.



1036.



1037.



1038.

Fig. 1029—1038. Gruppirungen von Xllen des orthorhombischen Systems.

Winkel anstatt einer Kante bemerkt (Fig. 1031). Auch noch weit complicirtere Zusammensetzungen von orthorhombischen Prismen kommen vor (Fig. 1032—1035). Die Individuen endigen nicht immer mit basischen Flächen, sondern auch wohl mit den Domenflächen eines horizontalen Primas (Fig. 1036). In anderen Fällen fügen sich Individuen, welche außer den Flächen des orthorhombischen Prismas auch noch die diagonale und basische Fläche besitzen mit den ersteren Prismenflächen um eine gemeinsame Axe zusammen, und dabei sind bald alle gleich groß (Fig. 1037), oder es findet eine höchst regelmäßige Verschiedenheit in dieser Hinsicht statt (Fig. 1038).

Die Xlle des orthorhombischen Systemes besitzen alle doppelte Strahlenbrechung, jedoch ist bei ihnen nicht nur eine optische Axe vorhanden, sondern es finden sich stets deren zwei. Diese Richtungen, in welchen die einfache Brechung des Lichtes stattfindet, stimmen nicht mit Xllaxen überein, sondern es bilden dieselben, auf ihren Wegen im Xlle sich schneidend, einen Winkel, welcher von einer der Xllaxen halbirt wird. Um die einfache Brechung zu beobachten, muß man daher domatische Flächen (Fig. 1039) wählen, und, wo die entsprechenden fehlen, solche durch Schleifung hervorbringen. * Die ungleichartigen Flächen zeigen oft einen verschiedenartigen Glanz, durch welchen sich ihre Ungleichartigkeit verräth, wenn sie übrigens kein Merkmal derselben darbieten. Besonders häufig unterscheiden sich in dieser Beziehung die M-Flächen und die B-Flächen, sowie die b-Flächen.

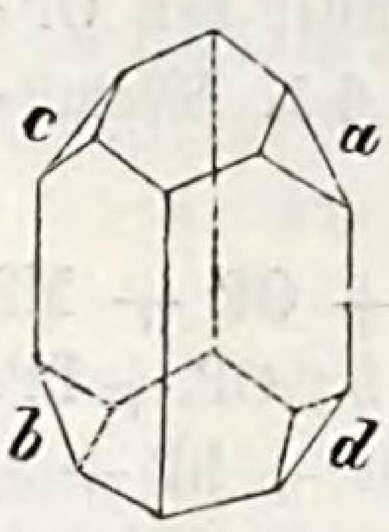


Fig. 1039. Ein orthorhombisches Prisma des Topases mit domatischen Flächen, deren je zwei diametral gegenüberliegende senkrecht auf einer der beiden optischen Axen liegen, während die Hauptaxe den Prismenkanten parallel ist.

Uebersicht der orthorhombischen Mineralxlle.

Erste Reihe: Prismatisch spaltbare.

Zweite Reihe: Diagonal spaltbare.

Erste Reihe.

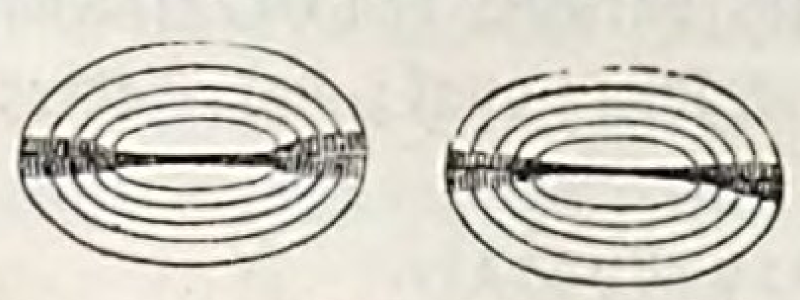
Prismatisch spaltbare orthorhombische Mineralxlle.

a. Elementarstoffe.

1. **Schwefel. Xllf.** RO; RO + b; RO + RO; RO + OP; RO + BP; RO + M; RO + RO + b; RO + RO + BP + b; RO + RO + BP + B + b. **Spltb. parallel**

* Wie man mit Hülfe des Turmalinapparates (s. Anmerkung Seite 1116) die Verhältnisse der Strahlenbrechung bestimmen und darnach entscheiden kann, ob ein Mineral dem isometrischen Systeme oder einem Systeme mit ungleichartigen Axen angehöre, so hat man in jenem Apparate auch ein Mittel, weiter zu entscheiden, ob das Xllsystem eines Minerals einem der durch eine optische Axe charakterisirten Systeme (dem quadratischen oder hexagonalen), oder einem der durch zwei optische Axen charakterisirten Systeme (dem orthorhombischen, klinorhombischen und klinorhomboidischen) angehöre. Macht man nämlich ein Plättchen von dem betreffenden Minerale, welches basische Flächen besitzt, so erscheint, wenn man dieses Plättchen in den dunkel gestellten Turmalinapparat bringt, bei Mineralien der ersteren Systeme mit einer optischen Axe im Turmalinapparate ein Lichtschein mit concentrischen, kreisförmigen, farbigen Ringen, welche von einem dunkeln Kreuze durchschnitten sind (Fig. 1040). Um das Kreuz zu sehen, muß man die Plättchen bei manchen Mineralien, wie z. B. beim Quarze, außerordentlich dünn schleifen. Mineralien der Systeme mit zweien optischen Axen zeigen, und zwar erst, wenn man die Platte unter dem der Abweichung der beiden optischen Axen von der Hauptaxe der Xllisation entsprechenden Winkel neigt, sowohl auf der einen, als auf der andern Seite einen Lichtschein elliptischer farbiger Ringe, welche nur von einem dunkeln Striche durchzogen sind (Fig. 1041). Die beiden Richtungen, in welchen man einen solchen Lichtschein wahrnimmt, sind die optischen Axen selbst. Bei einigen Mineralien erscheinen die elliptischen Ringe nicht von einem Striche, sondern von zweien, sich gegenüberliegenden Hyperbeln durchzogen.


Fig. 1040. Verhalten der optischen Axe des quadratischen und hexagonalen Systems im Turmalinapparate.


Fig. 1041. Verhalten der beiden optischen Axen des orthorhombischen, klinorhombischen und klinorhomboidischen Systems im Turmalinapparate.

den RO-Flächen und den OP-Flächen. — H. = 2. Br. muschlig — uneben; sehr spröde und zerbrechlich. — D. = 2. Fettglanz, oft demantartig; pellucid; char. Farbe: schwefelgelb. In der Hand erwärmt, knistert der Schwefel, indem seine Axen sich verschiedenartig ausdehnen und Risse in der Masse erzeugt werden. Gerieben wird er negativ elektrisch. — Subst. = S. — Der Schwefel xllisirt aus dem Schmelzflusse klinorhombisch.

b. Sulfide.

2. Kupferglanz. Xllf. RO + OP + BP + B + b; RO + BP (einem hexagonalen Dodekaeder sehr täuschend ähnlich); RO + RO + OP + BP + B + b; OP + B + b. Spltb. vollkommen parallel den OP-Flächen. — H. = 2–3. Br. muschlig — uneben; sehr milde. D. = 5,6. Metallglanz; opak; char. Farbe: schwärzlich bleigrau — Subst. = $\acute{Cu}$.

3. Wismuthglanz. Xllf. RO + OP + MP + B + b. Spltb. parallel den OP- und B-Flächen. — H. = 2. Br. unvollkommen muschlig; milde. D. = 6,5. Metallglanz; opak; char. Farbe: lichtbleigrau. — Subst. = $\acute{Bi}$.

4. Strahlkies (Wasserkies. Kammkies. Speerkies). Xllf. RO; RO + OP + MP + BP + b; RO + OP + b; OP + MP + BP + BP + b; OP + BP + b; OP + BP. Zwillinge und Gruppirungen; besonders von Individuen der Form OP + BP + BP + b, zusammengefügt mit OP-Flächen und zur Ausfüllung des dadurch entstehenden Winkels verzerrt. Spltb. parallel den OP-Flächen. — H. = 6. Br. uneben; spröde. D. = 4,7. Metallglanz; opak; char. Farbe: graulich- oder grünlich-speisgelb. Subst. = $\overset{\prime\prime}{Fe}$. Das Eisenbisulfid (Doppeltschwefeleisen) xllisirt als Eisenkies im isometrischen Systeme.

c. Arsenide.

5. Kupfernickel. Xllf. OP? Spltb. parallel den OP-Flächen? — H. = 5. Br. uneben — muschlig; spröde. D. = 7,6. Metallglanz; opak; char. Farbe: lichtkupferroth. Subst. = Ni As.

d. Antimonide.

6. Antimonsilber. Xllf. RO + OP + BP + B; RO + RO + OP + BP + B + b; OP + BP + B; OP + B + b. Spltb. parallel den BP- und b-Flächen deutlich, unvollkommen parallel den OP-Flächen. — H. = 3–4. Br. uneben; spröde. D. = 9,6. Metallglanz; opak. — Subst. = Ag^3 Sb.

e. Oxyde.

7. Arsenikblüthe. Xllf. OP nebst andern wenig deutlichen Flächen. Spltb. parallel den OP-Flächen. — H. = 2–3. Br. muschlig; milde. D. = 3,7. Demantartiger Glasglanz; pellucid; char. Farbe: weiß. — Subst. $\dddot{As}$. Die arsenige Säure xllisirt durch Sublimation isometrisch. Dieselbe ist bekannt als eines der gefährlichsten Gifte.

8. Antimonblüthe. Xllf. RO + OP + BP + B; OP + BP + B. Spltb. sehr vollkommen parallel den OP-Flächen. — H. = 2–3. Br. kleinmuschlig — uneben; milde. D. = 5,6. Perlmutterartiger Demantglanz; pellucid; char. Farbe: weiß. — Subst. = $\dddot{Sb}$. Das Antimonoxyd xllisirt durch Sublimation im isometrischen Systeme.

f. Oxydhydrate.

9. Diaspor. Xllf. OP + b. Spltb. parallel den OP-Flächen, vollkommen makrodiagonal, minder vollkommen brachydiagonal. — H. = 6. Br. uneben — splittrig; spröde. D. = 3,4. Fettartiger Glasglanz; pellucid. — Subst. = $\dddot{Al}\ \dot{H}$.

10. Brauneisenstein. Xllf. OP? Spltb. parallel den OP-Flächen? — H. = 5–6. Br.?; spröde. D. = 3,7. Demantartiger Glasglanz; opak; char. Farbe: braun. — Subst. = $\dddot{Fe}^2\ \dot{H}^3$.

g. Chlorid-Oxydhydrate.

11. Atakamit. Xllf. RO + RO + OP + M + b; OP + BP + B + b; OP + MP + BP + b; MP + BP. Spltb. parallel den OP-Flächen, besonders deutlich auch parallel den B-Flächen. — H. = 3. Br. uneben — muschlig; wenig spröde. — D. = 4,3. Glasglanz, zuweilen fettartig; char. Farbe: smaragdgrün. — Subst. = Cu Cl + $\dot{Cu}$ + 4 $\dot{H}$.

h. Doppelsulfide.

12. Schwarzgüldigerz. Xllf. RO + RO + OP + BP + B + b; RO + BP

+ B + b; OP + B + b; OP + BP + b. Spltb. parallel den B- und BP-Flächen unvollkommen. — H. = 2. Br. muschlig — uneben; milde. D. = 6. Metallglanz; opak; char. Farbe: schwärzlich bleigrau. — Subst. = $\acute{A}g^6\ \ddot{S}b$.

i. Arsenidsulfide.

13. Mispickel. Xllf. RO + OP + BP; RO + OP + MP + BP; OP + MP + BP; OP + BP; OP + MP + b; OP + BP + b; OP + b. Spltb. parallel den OP-Flächen; spurenweise nach den b-Flächen. — H. = 5–6. Br. uneben; spröde. D. = 6,1. Metallglanz; opak; char. Farbe: zinnweiß. — Subst. = $\ddot{F}e + Fe\ As^2$.

k. Sauerstoffsalze.

14. Thenardit. Xllf. RO + OP + b; RO + b; RO. Spltb. parallel den OP- und b-Flächen. — H. = 2. Br. muschlig; spröde. D. = 2,7. Glasglanz; pellucid. — Subst. = $\dot{N}a\ \dddot{S}$.

15. Bleivitriol. Xllf. RO + OP + MP + BP + M + B; RO + MP + BP + M + B; MP + BP + M; MP + BP. Spltb. parallel den MP-, besonders den BP-Flächen. — H. = 3. Br. muschlig — uneben; spröde. D. = 6,3. Demantglanz oft fettartig; pellucid; char. Farbe: weiß. — Subst. = $\dot{P}b\ \dddot{S}$.

16. Kalisalpeter. Xllf. OP + B. „Künstliche" Xllisationen OP + BP + B; OP + BP + BP + B. Spltb. unvollkommen nach den OP-Flächen. H. = 2. Br. muschlig; milde. D. = 2. Glasglanz; pellucid. Geschmack salzig, kühlend. — Subst. = $\dot{K}\ \overset{\therefore\therefore}{N}$.

17. Witherit. Xllf. RO + OP + BP + B + b; RO + OP + BP + B; OP + BP + B. Spltb. unvollkommen parallel den OP- und den B-Flächen. — H. = 3. Br. uneben; spröde. D. = 4,3. Glasglanz, auf Bruchflächen Fettglanz; pellucid. — Subst. = $\dot{B}a\ \ddot{C}$. Eines der heftigsten Gifte für alle warmblütigen Thiere.

18. Strontianit. Xllf. RO + OP + BP; RO + RO + OP + B; RO + RO + OP + BP + BP + B; OP + P. Gruppirungen, denen des Arragonites ähnlich. Spltb. ziemlich vollkommen parallel den OP-Flächen. — H. = 3–4. Br. uneben — muschlig; spröde. D. = 3,6. Glasglanz, auf Bruchflächen Fettglanz; pellucid. Durch Erwärmung phosphorescirend. — Subst. = $\dot{S}r\ \ddot{C}$.

19. Bleispath. Xllf. RO + BP (einem hexagonalen Dodekaeder mit horizontal gelegter Hauptaxe sehr ähnlich); RO + OP + BP; RO + OP + BP + B; RO + OP + OP + B; RO + OP + OP + BP + BP + B; RO + OP + BP + BP + B; RO + OP + OP + MP + BP + BP + BP + M + B. Spltb. parallel den OP- und gewissen BP-Flächen. — H. = 3–4. Br. muschlig; wenig spröde. D. = 6,5. Demantglanz, bald fett-, bald metallartig; pellucid. — Subst. = $\dot{P}b\ \ddot{C}$.

20. Yttrotantalit. Xllf. OP + b. Spltb. sehr unvollkommen parallel den OP-Flächen. — H. = 5–6. Br. muschlig — uneben; spröde. D. = 5,6. Metallischer Fettglanz; pellucid — opak; char. Farbe: bräunlich schwarz. — Subst. = $(\dot{Y}, \dot{C}a, \dot{F}e)^3\ (\dddot{T}a, \dddot{W}, \dddot{U})$.

21. Andalusit (Chiastolith). Xllf. RO + OP + b; RO + OP + M + b; OP + BP + b; OP + MP + b. Höchst seltsame Gruppirungen von verzerrten Individuen, deren vier zusammen ein regelmäßiges orthorhombisches Prisma darstellen, in dessen Axe und in dessen vier Ecken je ein orthorhombisch-prismatischer Raum bleibt, welcher mit der Masse des umgebenden Gesteins (Thonschiefer) ausgefüllt ist. Auf dem Querschnitte entsteht so eine X-förmige, dem griechischen Buchstaben Chi einigermaßen ähnliche Zeichnung (Chiastolith) (Fig. 1042). Spltb. parallel den OP-Flächen. — H. = 6. Br. uneben — splittrig; spröde. D. = 3. Glasartiger Fettglanz, meistens sehr gering; pellucid. — Subst. = $\dddot{\bar{A}}l\ \dddot{S}i^3$.

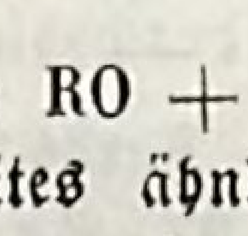


Fig. 1042. Gruppirung des Andalusits („Chiastolith").

22. Staurolith. Xllf. OP + b; OP + B + b; OP + MP + B + b. Zwillinge von der Form OP + b oder OP + B + b kreuzweise durcheinander gewachsen (Fig. 1043). Spltb. parallel den B-Flächen, noch vollkommener parallel den OP-Flächen. — H. = 7. Br. uneben — muschlig; spröde. Fettartiger Glasglanz; pellucid. — Subst. = $\dddot{\bar{A}}l, \dddot{\bar{F}}e, \dddot{S}i$ in noch nicht genauer bekannter Verbindungsweise.

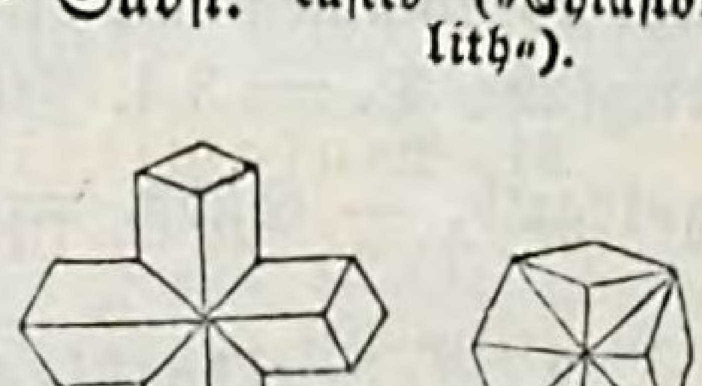


Fig. 1043. Kreuzförmige Zwillinge des Stauroliths.

23. Zinkglas. Xllf. RO + OP + MP + B; OP + MP; OP + MP + M; OP + BP + M; OP + M + $\frac{1}{+2}$ RO + $\frac{1}{+2}$ RO′ + $\frac{1}{+2}$ MP (polarhemiedrisch). Spltb. vollkommen parallel den OP-Flächen. — H. = 5. Br. uneben; spröde. D. = 3,4. Glasglanz, oft perlmutter- oder demantartig. Durch Erwärmung ausgezeichnet polarelektrisch, dabei aber, wie obige Xllf. zeigen, nicht immer polarhemiedrisch. Durch Reibung phosphorescirend. — Subst. = $2\,\dot{\mathrm{Zn}}^3\,\ddot{\mathrm{Si}} + 3\,\dot{\mathrm{H}}$.

l. Fluoridsalze.

24. Topas. Xllf. RO + OP + OP; RO + OP + OP + BP + b; RO + OP + OP + BP; RO + RO + OP + OP + BP + b; RO + RO + OP + OP + BP + BP + b; RO + OP + OP + BP + BP; RO + RO + RO + OP + BP + b. Die Flächen OP meistens parallel den Prismenkanten gereift. Spltb. parallel den OP-Flächen äußerst gering, deutlicher parallel den BP- und b-Flächen. — H. = 8. Br. muschlig — uneben; spröde. D. = 3,5. Glasglanz; pellucid. — In Bruchstücken oder in gepulvertem Zustande erwärmt mit bläulichem, gelblichem oder grünlichem Scheine phosphorescirend. Durch Reiben oder Druck elektrisch, durch Erwärmung polarisch elektrisch werdend. — Subst. = $2\,\mathrm{Al}\,\mathrm{Fl}^3 + 5\,\ddot{\mathrm{Al}}\,\dot{\ddot{\mathrm{Si}}}$.

25. Wawellit. Xllf. OP + MP + b; OP + MP + B. Spltb. parallel den OP- und den B-Flächen. — H. = 3—4. Br. nicht zu beobachten; spröde. D. = 2,3. Glasglanz, perlmutterartig; pellucid. — Subst. = $\mathrm{Al}\,\mathrm{Fl}^3 + 3\,(\ddot{\mathrm{Al}}^4\,\dddot{\mathrm{P}}^3 + 18\,\mathrm{H})$.

m. Doppelsalze.

26. Skorodit. Xllf. RO + b; RO + M + B; RO + B + OP; RO + OP + BP + M + b; RO + OP + BP + M + B + b. Spltb. parallel den OP-Flächen und brachydiagonal. — H. = 4. Br. uneben; wenig spröde. D. = 3,2. Glasglanz, pellucid; char. Farbe: schwärzlich lauchgrün. — Subst. = $\dot{\mathrm{Fe}}^2\,\dddot{\mathrm{As}} + 2\,\dddot{\mathrm{Fe}}\,\dddot{\mathrm{As}} + 12\,\dot{\mathrm{H}}$.

27. Prehnit. Xllf. RO + OP + B + b; OP + B + b; OP + M + B + b; OP + BP + b; M + B + b. Spltb. parallel den OP-Flächen, undeutlich nach den Diagonalen. — H. = 6. Br. uneben; spröde. D. = 2,9. Glasglanz, zuweilen perlmutterartig; pellucid. Durch Erwärmen wird der Prehnit polarisch elektrisch, eine Eigenthümlichkeit, welche bei diesem Minerale nicht von Polarhemiedrie der Xllisationen begleitet ist. — Subst. = $\dot{\mathrm{Ca}}^2\,\ddot{\mathrm{Si}} + \ddot{\mathrm{Al}}\,\ddot{\mathrm{Si}} + \dot{\mathrm{H}}$.

28. Cordierit (Dichroit). Xllf. RO + OP + OP + BP + M + B + b; OP + B + b; OP + OP + B + M + b. Spltb. unvollkommen parallel den OP- und den diagonalen Flächen. — H. = 7. Br. muschlig — uneben; spröde. D. = 2,6. Glasglanz; pellucid. Dichroismus: parallel der Hauptaxe blau, senkrecht gegen dieselbe bräunlich grau. — Subst. = $2\,(\dot{\mathrm{Mg}}, \dot{\mathrm{Fe}})^3\,\ddot{\mathrm{Si}} + 5\,\ddot{\mathrm{Al}}\,\ddot{\mathrm{Si}}$.

Zweite Reihe.

Diagonal spaltbare orthorhombische Mineralxlle.

a. Sulfide.

1. Antimonglanz. Xllf. RO + OP; RO + OP + B; RO + RO + OP + B; RO + RO + RO + OP + B. Spltb. sehr vollkommen brachydiagonal, unvollkommen makrodiagonal. — H. = 2. Br. uneben körnig; milde. D. = 4,6. Metallglanz; opak; char. Farbe: Bleigrau ins Stahlgraue. — Subst. = $\dddot{\mathrm{Sb}}$.

2. Auripigment. Xllf. OP + MP; OP + MP + B; OP + MP + BP. Spltb. sehr vollkommen nach den B-Flächen. — H. = 2. Br. uneben; milde; in dünnen Blättchen biegsam. D. = 3,4. Fettglanz, oft metallischer Perlmutterglanz; fast opak; char. Farbe: goldgelb. — Subst. = $\dddot{\mathrm{As}}$.

b. Arsenide.

3. Arsenikalkies. Xllf. OP + MP. Spltb. parallel den äußerlich nicht vorkommenden b-Flächen vollkommen, nach den OP- und den auch äußerlich noch nicht beobachteten BP-Flächen undeutlich. — H. = 5. Br. uneben; spröde. D. = 7,2. Metallglanz; opak; char. Farbe: silbergrau. — Subst. = Fe As².

c. Telluride.

4. **Schrifttellur.** Xllf. RO + RO + OP + BP. Spltb. diagonal, besonders brachydiagonal sehr vollkommen. — H. = 1—2. Br. uneben; milde. D. = 8,2. Metallglanz; opak; char. Farbe: stahlgrau. — Subst. = $\mathrm{Ag\ Te + Au\ Te^3}$.

d. Oxyde.

5. **Brookit.** Xllf. RO + RO + RO + RO + OP + BP + M + B. Spltb. parallel den B-Flächen. — H. = 5—6. Br. nicht zu beobachten; spröde. D. = 4,2. Metallartiger Demantglanz; pellucid; char. Farbe: haarbraun. — Subst. = $\ddot{\mathrm{Ti}}$. Die Titansäure kommt *quadratisch* xllisirt in zwei verschiedenen Xllreihen vor, als *Anatas* und als *Rutil*.

6. **Pyrolusit.** Xllf. OP + BP + M + b; OP + BP + M + B + b. Spltb. parallel den OP-Flächen und besonders den B-Flächen ziemlich vollkommen. — H. = 2. Br. uneben; spröde. D. = 4,9. Metallglanz; opak; char. Farbe: eisengrau. — Subst. $\ddot{\mathrm{Mn}}$.

e. Oxydhydrate.

7. **Göthit.** Xllf. RO + OP + OP + BP + B + b. Spltb. sehr vollkommen parallel den B-Flächen. — H. = 4—5. Br. unvollkommen muschlig; spröde. D. = 4. Demantartiger Fettglanz; pellucid; char. Farbe: röthlichbraun. — Subst. = $\ddot{\mathrm{Fe}}\ \dot{\mathrm{H}}$.

8. **Manganit.** Xllf. RO + RO + RO + OP + OP + OP + BP; OP + OP + MP; OP + OP + b; OP + b. Spltb. sehr vollkommen parallel den äußerlich nicht vorkommenden B-Flächen; minder deutlich nach OP-Flächen. — H. = 3—4. Br. uneben; spröde. D. = 4,3. Metallglanz; opak; char. Farbe: eisenschwarz. — Subst. = $\ddot{\mathrm{Mn}}\ \dot{\mathrm{H}}$.

f. Quadrupelsulfide.

9. **Bournonit.** Xllf. RO + RO + OP + OP + MP + BP + BP + BP + M + B + b; OP + BP + M + B + b; MP + M + B + b; BP + M + B + b; M + B + b. Spltb. unvollkommen parallel den M- und besonders den B-Flächen. — H. = 2—3. Br. muschlig — uneben; spröde. D. = 5,8. Metallglanz; opak; char. Farbe: eisenschwarz — stahlgrau. — Subst. = $\dot{\mathrm{Cu}}^3\ \dddot{\mathrm{Sb}} + 2\,\dot{\mathrm{Pb}}^3\ \dddot{\mathrm{Sb}}$.

g. Salze.

10. **Schwefelsaures Kali.** Xllf. OP + BP + B. „Künstliche" Xllisationen ähnlich denen des Bleispathes. Spltb. unvollkommen parallel den Diagonalen. — H. = 2—3. Br. muschlig — uneben; wenig spröde. D. = 1,7. Glasglanz; pellucid. — Subst. = $\dot{\mathrm{K}}\ \dddot{\mathrm{S}}$.

11. **Schwerspath.** Xllf. Man kennt gegen 80, zum Theil sehr complicirte, Combinationen. Von diesen sind die wichtigsten die folgenden. RO + OP + BP + b; RO + OP + MP + BP + B + b; OP + b; OP + MP + b; OP + MP; OP + BP + b; OP + BP; OP + MP + BP + b; MP + BP + b; MP + MP + BP + b; OP + B + b; OP + M + B + b; OP + M + b; OP + MP + BP + B + b; OP + MP + BP + M + B + b; OP + MP + MP + B + b; OP + MP + BP + M. Oft sogenannte hahnenkammförmige Gruppirungen vieler Individuen von der Form OP + MP + B + b oder ähnlichen Combinationen nach den b-Flächen tafelförmig ausgedehnt, nicht selten sehr dünnblätterig, um eine gemeinsame Axe nach den MP-Flächen fächerförmig zusammengestellt (Fig. 1044). Spltb. vollkommen parallel den OP-Flächen und besonders den b-Flächen. — H. = 3. Br. unvollkommen muschlig; spröde. D. = 4,4. Glasglanz, oft fettartig; pellucid. Das durch die b-Flächen fallende Licht bildet ein vierstrahliges schiefwinkliges Kreuz, dessen Kreuzungswinkel den Richtungen der OP-Flächen entsprechen.* Durch Insolation und Erwärmung werden manche Varietäten phosphorescirend. — Subst. = $\dot{\mathrm{Ba}}\ \dddot{\mathrm{S}}$.

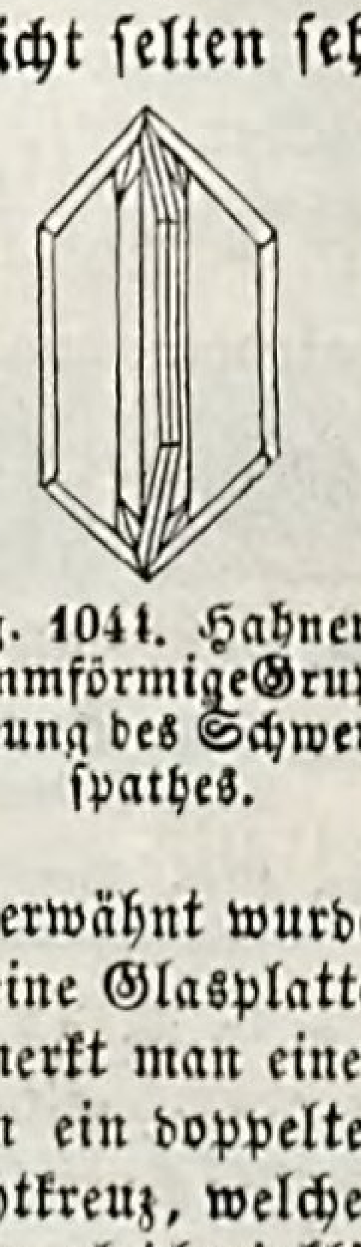


Fig. 1041. Hahnenkammförmige Gruppirung des Schwerspathes.

* Die Erscheinung derartiger Lichtkreuze oder Sterne, deren schon beim Korund erwähnt wurde, beruht auf der Reflexion der Lichtstrahlen durch die Blätterdurchgänge. Sieht man durch eine Glasplatte, auf welcher parallele Linien gezogen sind (Fig. 1045), gegen eine Lichtflamme, so bemerkt man einen Lichtstreifen jederseits von der Flamme, welcher rechtwinklig die Linien kreuzt. Hat man ein doppeltes Liniensystem, von welchem das erste das andere rechtwinklig kreuzt, so sieht man ein Lichtkreuz, welches rechtwinklig ist. Fügt man ein drittes Liniensystem hinzu, welches beide früheren gleichwinklig

12. Cölestin. Xllf. RO + OP + MP + BP + b; OP + BP + b; OP + BP; OP + MP + BP + b. Spltb. vollkommen parallel den b-Flächen, weniger deutlich nach den OP- und den diagonalen Flächen. — H. = 3. Br. unvollkommen muschlig — uneben; spröde. Glasglanz, fettartig oder perlmutterartig; pellucid. Durch Erwärmung phosphorescirend. — Subst. = $Sr\,\dddot{S}$.

13. Anhydrit. Xllf. RO + OP + M + B + b; RO + RO + RO + M + B + b (Fig. 1027); OP + b; M + B + b. Spltb. parallel den M- und B-, weniger auch nach den b-Flächen. H. = 3. Br. unvollkommen muschlig — uneben; spröde. D. = 2,8. Glasglanz, auf den b-Flächen Perlmutterglanz; pellucid. — Subst. = $\dot{Ca}\,\dddot{S}$.

14. Arragonit. Xllf. RO + OP + BP + B; RO + RO + OP + BP + B; RO + OP + BP + BP + B; OP + BP + B. Sehr häufig sind Gruppirungen von Formen, in welchen die OP-Flächen vorwalten, zu drei- oder sechsseitigen Prismen oder von Formen mit vorwaltenden B-Flächen sternförmig um eine Axe gestellt (Fig. 1030—1038). Spltb. sehr deutlich brachydiagonal, weniger deutlich nach den OP- und gewissen BP-Flächen. — H. = 4. Br. unvollkommen muschlig — uneben; spröde. D. = 2,9. Glasglanz; pellucid. Gepulvert auf einem Blech erhitzt phosphorescirend. — Subst. = $\dot{Ca}\,\ddot{C}$. — Der kohlensaure Kalk bildet hexagonal xllisirt den Kalkspath. Da die Ursachen des Dimorphismus noch völlig unbekannt sind, so verdient es Bemerkung, daß im Arragonit häufig eine geringe Menge (bis 4%) kohlensauren Strontians oder kohlensauren Bleioxydes gefunden worden ist, was besonders dadurch wichtig wird, daß die Xllisationen dieser beiden Substanzen mit der des Arragonits so gut wie genau übereinstimmen. Das orthorhombische Prisma des kohlensauren Bleioxydes (Bleispath) mißt an den stumpfen Kanten 117° 13′, das des kohlensauren Strontians (Strontianit) 117° 16′, und das des Arragonits 116° 11′ 47″.

15. Chrysolith (Olivin). Xllf. RO + OP + MP + M + B + b; RO + OP + MP + BP + M + B + b; RO + RO + OP + OP + MP + BP + M + B + b; RO + OP + MP + BP + BP + M + B + b; RO + OP + OP + MP + BP + B. Spltb. parallel den M-, besonders aber den B-Flächen. — H. = 6—7. Br. muschlig; spröde. D. = 3,4. Glasglanz, mitunter metallartig; pellucid. — Subst. = $(\dot{Mg}, \dot{Fe})^3\,\dddot{Si}$.

16. Talk. Xllf. OP + B + b. Sehr dünne sechsseitige Blättchen. Spltb. sehr vollkommen parallel den b-Flächen. — H. = 1. Br. nicht wahrnehmbar; mild, aber zähe; in dünnen Blättchen biegsam. D. = 2,7. Perlmutterglanz; pellucid. Fettig anzufühlen. — Subst. = $(\dot{Mg}, \dot{Fe}, \dot{K})$, $\dddot{Si}$ in noch nicht genauer ermittelter Verbindungsweise.

17. Bittersalz. Xllf. OP + b; Prismen fast quadratisch, indem der stumpfe Prismenkantenwinkel nur 90° 38′ beträgt. Künstlich hat man Xllformen erhalten = RO + OP; RO + OP + MP + M; RO + OP + MP + BP + M. Spltb. parallel den OP-Flächen, vollkommener noch parallel den B-Flächen, welche äußerlich nicht vorkommen. — H. = 2. Br. muschlig; wenig spröde. D. = 1,7. Glasglanz; pellucid. Geschmack bittersalzig. — Subst. = $\dot{Mg}\,\dddot{S} + 7\,\dot{H}$.

18. Zinkvitriol. Xllf. RO + OP; RO + OP + B. Spltb. parallel den B-Flächen, minder deutlich parallel den OP-Flächen. — H. = 2. Br. muschlig; spröde. D. = 1,9. Glasglanz; pellucid. — Subst. = $\dot{Zn}\,\dddot{S} + 7\,\dot{H}$.


Fig. 1045.

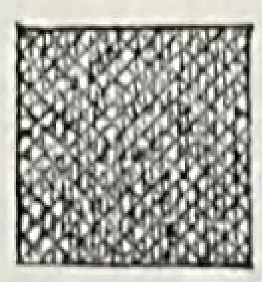

Fig. 1046.

Fig. 1045. Einfaches Liniensystem.

Fig. 1046. Dreifaches Liniensystem.

schneidet (Fig. 1046), so erhält man einen sechsstrahligen Stern. Ein Rahmen von Draht in einer Richtung, oder in zwei oder drei Richtungen mit Fäden bespannt, oder verschiedene Gewebe ergeben dieselben Resultate. Mineralien mit deutlichen Blätterdurchgängen (Spaltungsrichtungen) zeigen solche Erscheinungen, wenn man durch Flächen sieht, welche rechtwinklig auf den Blätterdurchgängen liegen. Im isometrischen Systeme kommen verschiedene Sterne vor, z. B. im trapezoedrischen Granate erhält man auf gewissen Flächen, welche man durch Schleifung hervorbringt, einen sechsstrahligen Stern, auf anderen einen nur vierstrahligen. Im quadratischen Systeme, z. B. beim Idokras, sieht man auf den basischen Flächen ein rechtwinkliges Kreuz; im hexagonalen Systeme, z. B. beim Korund (Sapphir) und Smaragd, einen sechsstrahligen Stern. Jedoch kann man die Erscheinung, welche man den Asterismus nennt, nicht bei allen Mineralien nachweisen, und einige scheinen sie in sehr geringem Grade oder gar nicht zu besitzen, wie der Quarz, vielleicht wegen der geringen Vollkommenheit der Blätterdurchgänge.

19. Libethenit. Xllf. RO + MP + BP; RO + MP + BP + M; MP + BP. Spltb. parallel den M= und den äußerlich nicht vorkommenden B= und b=Flächen. — H. = 3 — 4. Br. muschlig — uneben; spröde. D. = 3,7. Fettartiger Glasglanz; pellucid; char. Farbe: pistaziengrün. — Subst. = $\dot{\mathrm{Cu}}^4\ \overset{\cdot\cdot\cdot\cdot\cdot}{\mathrm{P}} + 2\,\dot{\mathrm{H}}$.

h. Doppelsalze.

20. Stilbit. Xllf. RO + M + B; RO + M + B + b. Kreuzförmige Zwillinge selten. Spltb. sehr vollkommen nach den B=, unvollkommen nach den M=Flächen. — H. = 3—4. Br. uneben; spröde. D. = 2,2. Glasglanz, auf den B=Flächen Perlmutterglanz. — Subst. = $\dot{\mathrm{Ca}}\ \dddot{\mathrm{Si}} + \ddot{\mathrm{Al}}\ \dddot{\mathrm{Si}}^3 + 6\,\dot{\mathrm{H}}$.

21. Thomsonit. Xllf. OP + BP + M + B; OP + MP + M + B; OP + M + B. Die OP=Flächen meistens parallel den Prismenkanten gereift. Spltb. makro= und brachydiagonal. — H. = 5. Br. uneben; spröde. D. = 2.3. Glasglanz auf den Spaltungsflächen perlmutterartig; pellucid. — Subst. = $(\dot{\mathrm{Ca}}, \dot{\mathrm{Na}}, \dot{\mathrm{K}})^3\ \dddot{\mathrm{S}} + 3\,\ddot{\mathrm{Al}}\ \dddot{\mathrm{Si}} + 7\,\dot{\mathrm{H}}$.

22. Phillipsit. Xllf. RO + M + B; RO + MP + M + B. Häufig Zwillinge, rechtwinklig makrodiagonal und brachydiagonal sich kreuzend, wie beim Harmotom, oder mit der Hauptaxe sich kreuzend. Spltb. undeutlich nach den M=, deutlich nach den B=Flächen. — H. = 4 — 5. Br. uneben; spröde. D. = 2,1. Glasglanz; pellucid. — Subst. = $(\dot{\mathrm{Ca}}, \dot{\mathrm{K}})^3\ \dddot{\mathrm{Si}}^2 + 4\,\ddot{\mathrm{Al}}\ \dddot{\mathrm{Si}}^2 + 18\,\dot{\mathrm{H}}$.

23. Harmotom. Xllf. RO + M + B; RO + MP + M + B; MP + M + B. Häufig Zwillinge von der Form RO + M + B rechtwinklig kreuzweise durch einander gewachsen, so daß die Hauptaxe die Axe des Kreuzes ist und die B=Flächen die Endflächen der Arme des Kreuzes bilden. Spltb. nach den M=Flächen wenig, nach den B=Flächen sehr deutlich. — H. = 4—5. Br. uneben — unvollkommen muschlig; spröde. D. = 2,4. Glasglanz; pellucid. — Subst. = $2\ (\dot{\mathrm{Ba}}, \dot{\mathrm{K}})^3\ \dddot{\mathrm{Si}}^4 + \ddot{\mathrm{Al}}\ \dddot{\mathrm{Si}}^2 + 36\,\dot{\mathrm{H}}$

Anhang: „Künstliche" Xlle des orthorhombischen Systems.

Bemerkenswerth sind:

a. Elementarstoffe: Jod; Selen.

b. Salze: Selensaures Natron; selensaures Silberoxyd; schwefelsaures Silberoxyd; ameisensaure Baryterde (Schwerspathxllisation). —

V. Das Klinorhombische System.

Den Xllisationen des klinorhombischen Systems liegt ein Axenkreuz zu Grunde, welches von demjenigen des orthorhombischen Systems sich nur dadurch unterscheidet, daß die Hauptaxe auf einer der beiden Nebenaxen nicht senkrecht, sondern schiefwinklig steht. Die Oktaeder dieses Systems sind daher zwar auch von rhombischem Horizontaldurchschnitte, allein der obere Gipfel steht nicht senkrecht über dem unteren, sondern ein Perpendikel von dem ersteren herabgefällt, würde, mehr oder minder weit von dem letzteren entfernt, die Basis berühren, oder, wenn man die Hauptaxe senkrecht stellt, so liegen die vier Randkanten in einer schiefen Ebene. Man nennt solche Oktaeder (Fig. 1047) klinorhombische Oktaeder (KO). Dieselben können stumpfere oder spitzere Gipfel haben, auch kann man natürlich jede der beiden Axen, welche sich schiefwinklig schneiden, als Hauptaxe ansehen. Die andere kann entweder die längere oder die kürzere Diagonale des rhombischen Horizontaldurchschnittes sein; man nennt sie hier eben „die gegen

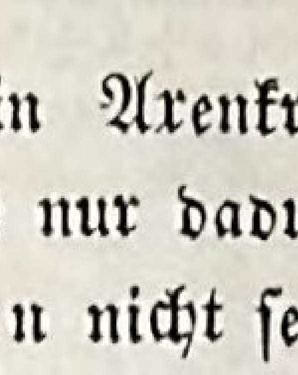


Fig. 1047.
Ein klinorhombisches Oktaeder.
KO.

die Hauptaxe schief liegende" oder Klinodiagonale, während man die andere als „gerade liegende" oder Orthodiagonale bezeichnet. Durch Abstumpfung der vier gleichartigen Randkanten, parallel der Hauptaxe, erhält man ein schiefes Prisma von rhombischem Horizontaldurchschnitte (Fig. 1048), das klinorhombische Prisma (KP); durch Abstumpfung der Gipfel, welche sich unter einander gleichen, entstehen die basischen Flächen b, welche die Hauptaxe parallel der Klinodiagonale schiefwinklig schneiden und somit in Combination mit dem klinorhombischen Prisma die schiefen Endflächen desselben darstellen. Das klinorhombische Prisma besitzt zwei stumpfe und zwei scharfe Kanten, da aber bald die Klinodiagonale länger ist, bald die Orthodiagonale, so kann jenes Verhältniß keine allgemeine Beziehung zu den Axen verstatten. Man bezeichnet daher lieber einfach die Lage der Kanten, indem man diejenigen, welche durch die Klinodiagonale verbunden werden, als vordere und hintere, die beiden durch die Orthodiagonale verbundenen, als rechte und linke Kante betrachtet. Die Veränderungen, welche diese Kanten betreffen, können natürlich auch nur paarweise vorkommen. Abstumpfung der vorderen und hinteren Kante ergibt ein Paar von Flächen, welche der Orthodiagonale parallel liegen und daher orthodiagonale Flächen (o) genannt werden. Abstumpfung der rechten und linken Kante bringt dagegen Flächen hervor, welche der Klinodiagonale parallel sind und daher klinodiagonale Flächen (k) genannt werden. Da die Klinodiagonale und die Orthodiagonale sich rechtwinklig schneiden, so muß dieses auch bei den klinodiagonalen und orthodiagonalen Flächen der Fall sein, und beide Paare zusammen ergeben daher ein rektanguläres Prisma mit schiefer Hauptaxe (Fig. 1049). Die Zuschärfung der vorderen und hinteren Kante geschieht durch Flächen, welche vereinigt neue klinorhombische Prismen mit kürzerer Klinodiagonale darstellen; ebenso liefert die Zuschärfung der rechten und linken Kante neue klinorhombische Prismen, hier aber mit kürzerer Orthodiagonale.

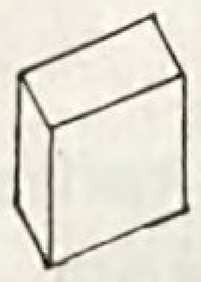


Fig. 1048. Ein klinorhombisches Prisma mit den schiefen Endflächen (basischen Flächen). KP + b.

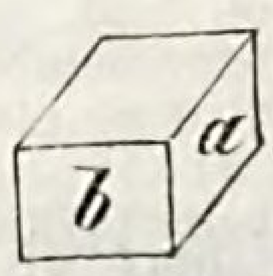


Fig. 1049. Ein rektanguläres Prisma, gebildet aus den orthodiagonalen (b) und den klinodiagonalen (a) Flächen, mit schiefen Endflächen. o + k + b.

Da von den je vier Gipfelkanten des klinorhombischen Oktaeders nur je die zwei seitlichen gleichartig sind, während die vordere und hintere ungleichartig erscheinen, so können vollständige Zuspitzungen an den Gipfeln nicht vorkommen, Abstumpfungen oder Zuschärfungen der Gipfelkanten aber höchstens paarweise auftreten. Abstumpfung der seitlichen Gipfelkanten (Fig. 1050) oder Zuschärfung der Gipfel von diesen Kanten aus, oder Zuschärfung der beiden Seitenecken von denselben Kanten aus, ergeben liegende klinorhombische Prismen (KP'), deren Prismenkanten der Klinodiagonale parallel liegen und deren je zwei Flächen ein oberes und ein unteres Dach oder Doma, hier Klinodoma genannt, darstellen. Combinationen, in denen dergleichen Klinodomen vorkommen, sind die Fig. 1051—1058.

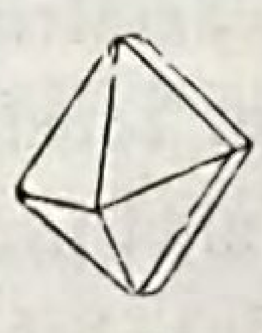


Fig. 1050. Ein klinorhombisches Oktaeder mit abgestumpften seitlichen Gipfelkanten. KO + KP'.



Fig. 1051. Ein aufrechtes klinorhombisches Prisma mit den Flächen eines liegenden klinorhombischen Prismas (Klinodoma) und den basischen Flächen. KP + KP' + b.



Fig. 1052. Ein klinorhombisches Prisma mit dem Klinodoma. KP + KP'.

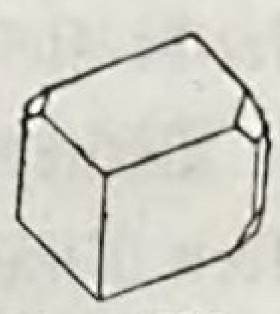


Fig. 1053. Ein klinorhombisches Prisma mit den basischen und den klinodiagonalen Flächen und einem Klinodoma. KP + KP' + b + k.

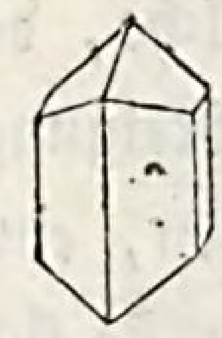
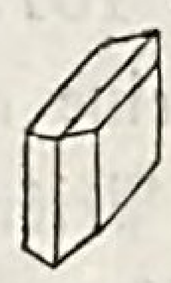
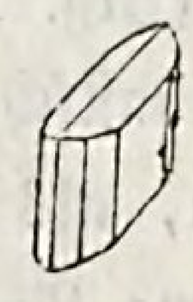
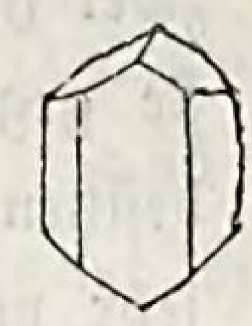
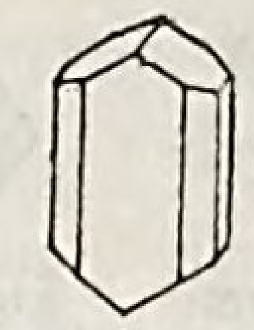
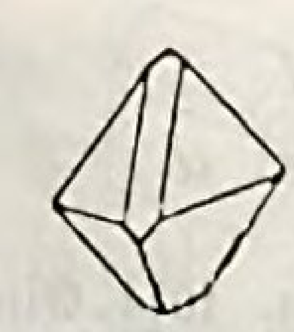







Fig. 1054. Fig. 1055.

Fig. 1054. Ein klinorhombisches Prisma mit den klinodiagonalen Flächen und einem Klinodoma. KP + KP′ + k.

Fig. 1055. Ein klinorhombisches Prisma mit den klinodiagonalen Flächen und einem Klinodoma. KP + KP′ + k.

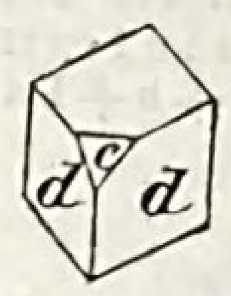
Fig. 1056. Ein klinorhombisches Prisma an der vorderen und hinteren Kante zugeschärft durch ein zweites klinorhombisches Prisma, nebst den klinodiagonalen Flächen und einem Klinodoma. KP + KP + KP′ + k.

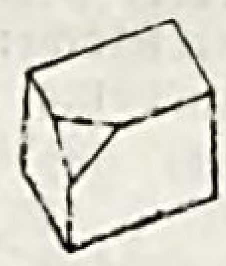
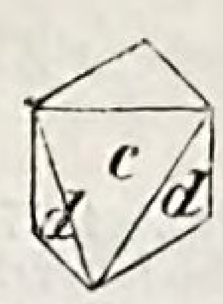
Fig. 1057. Ein klinorhombisches Prisma mit den orthodiagonalen Flächen und einem Klinodoma. KP + KP′ + o.

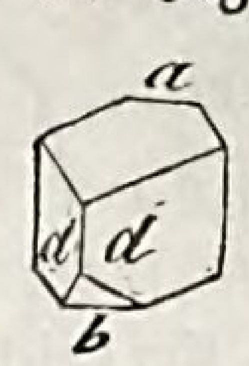
Fig. 1058. Ein klinorhombisches Prisma mit orthodiagonalen und klinodiagonalen Flächen und einem Klinodoma. KP + KP′ + o + k.

Fig. 1059. Ein klinorhombisches Oktaeder mit vorderem Hemidoma. KO + Hd.

Die orthodiagonalen Flächen verhalten sich zu diesen liegenden klinorhombischen Prismen wie die basischen Flächen zu den aufrechten klinorhombischen Prismen. Abstumpfung der vorderen (Fig. 1059) oder der hinteren Gipfelkante dagegen, oder einseitige Zuschärfung (schiefe Abstumpfung) der Gipfel oder der vorderen und hinteren Randecke von den genannten Kanten aus ergibt dagegen nur einzelne schiefe Flächen an jeder Axhälfte, gleichsam Halbdächer, welche man hier Hemidomen nennt. Die Hemidomen können vordere (Hd) und hintere (Hd′) sein, je nachdem dieselben an der oberen Axhälfte die vordere oder die hintere Gipfelkante betreffen; an der unteren Axhälfte verhalten sie sich natürlich gerade entgegengesetzt. Combinationen der früher erwähnten Flächen mit Hemidomen sind die Figuren 1060—1070.





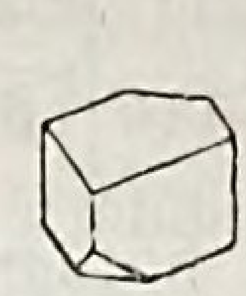
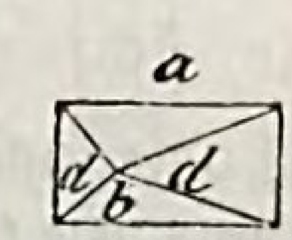



Fig. 1060. Ein klinorhombisches Prisma (dd) mit vorderem Hemidoma (c) und den basischen Flächen. KP + Hd + b.

Fig. 1061. Ein klinorhombisches Prisma mit vorderem Hemidoma und den basischen Flächen. KP + Hd + b.

Fig. 1062. Ein klinorhombisches Prisma (dd) mit hinterem Hemidoma (b) und den basischen Flächen (a). KP + Hd′ + b.

Fig. 1063. Ein klinorhombisches Prisma (dd) mit hinterem Hemidoma (b) und den basischen Flächen (a). KP + Hd′ + b.

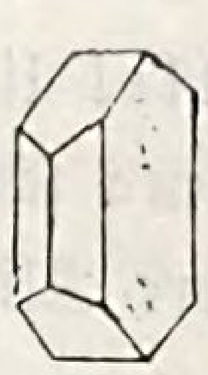
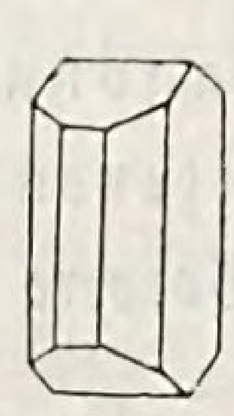
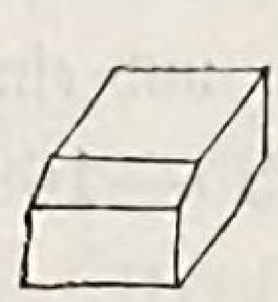
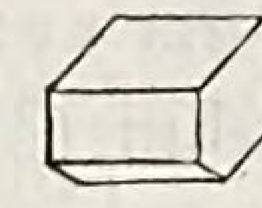
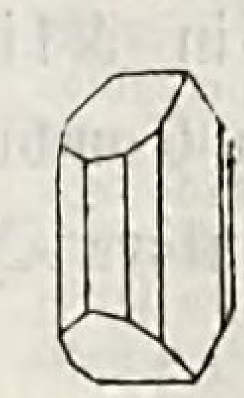






Fig. 1064. Ein klinorhombisches Prisma mit klinodiagonalen und basischen Flächen und hinterem Hemidoma. KP + k + b + Hd′.

Fig. 1065. Ein klinorhombisches Prisma mit orthodiagonalen, klinodiagonalen und basischen Flächen und hinterem Hemidoma. KP + o + k + b + Hd′.

Fig. 1066. Ein schiefes rektanguläres Prisma mit basischen Flächen und vorderem Hemidoma. o + k + b + Hd.

Fig. 1067. Ein schiefes rektanguläres Prisma mit basischen Flächen und hinterem Hemidoma. o + k + b + Hd′.

Fig. 1068. Ein klinorhombisches Prisma an der vorderen und hinteren Kante zugeschärft durch ein zweites klinorhombisches Prisma, mit den klinodiagonalen und basischen Flächen, und hinterem Hemidoma. KP + KP + k + b + Hd′.

Die Kanten, welche das klinorhombische Prisma mit den basischen Flächen hervorbringt, sind nicht alle vier an einem Rande gleichartig, sondern, während die beiden vorderen stumpfwinklig sind, müssen die beiden hinteren scharfwinklig sein. Diese beiden Kantenpaare können daher auch sehr verschiedenartig verändert werden. Die Abstumpfung der beiden vorderen ergibt

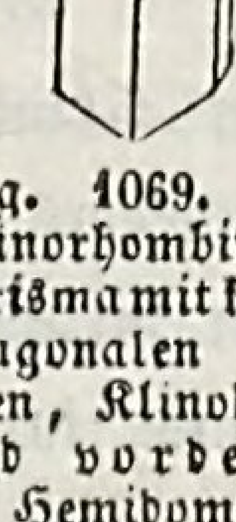
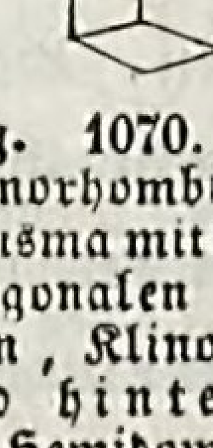



Fig. 1069. Ein klinorhombisches Prisma mit klinodiagonalen Flächen, Klinodoma und vorderem Hemidoma. KP + KP′ + k + Hd.

Fig. 1070. Ein klinorhombisches Prisma mit klinodiagonalen Flächen, Klinodoma und hinterem Hemidoma. KP + KP′ + k + Hd′.

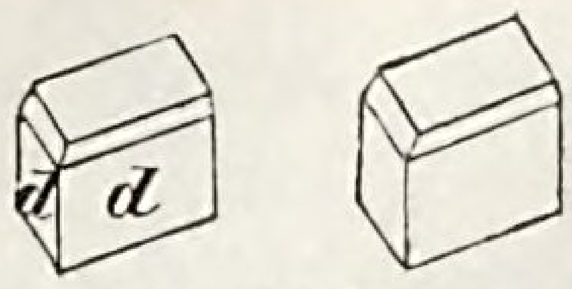


Fig. 1071. Ein klinorhombisches Prisma (dd) mit den basischen Flächen und einem vorderen Klinodoma. KP + b + Kd.



Fig. 1072. Ein klinorhombisches Prisma (dd) mit vorderem Klinodoma. KP + Kd.

zwei Flächen (Fig. 1071 und 1072), welche, da sie gegen die basische Fläche eine andere Neigung besitzen müssen, als gegen die Prismenflächen, eine sehr verschiedene Lage haben können, wenn sie sich schneiden, ein schief nach vorn geneigtes Dach darstellen und somit vordere Klinodomenflächen (Kd) heißen müssen. Dieselben wiederholen sich natürlich an der unteren Xllhälfte auf der hinteren Seite. Die Abstumpfung der hinteren Randkanten des mit den basischen Endflächen versehenen klinorhombischen Prismas bringt ebenso (Fig. 1073 und 1074) hintere Klinodomen (Kd′) hervor. Auch die halbflächige (zweiflächige), von den beiden gleichartigen Flächen aus erfolgende Zuspitzung der Gipfel oder der vorderen und hinteren Randecke des klinorhombischen Oktaeders führt zu vorderen oder hinteren, theils stumpferen, theils schärferen Klinodomen. Combinationen von Klinodomen mit den früher erwähnten Flächen sind die Figuren 1075—1079.

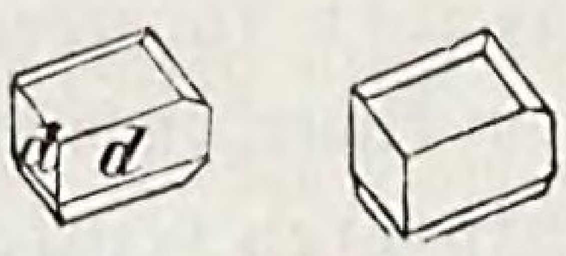


Fig. 1073. Ein klinorhombisches Prisma (dd) mit den basischen Flächen und einem hintereren Klinodoma. KP + b + Kd′.

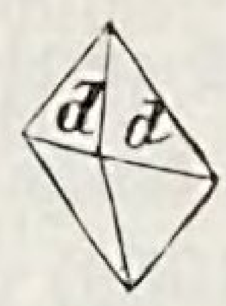


Fig. 1074. Ein klinorhombisches Prisma (dd) mit einem hinteren Klinodoma. KP + Kd′.

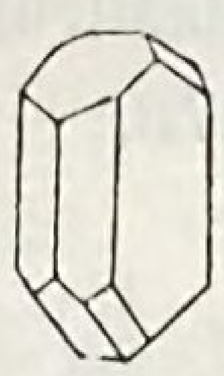


Fig. 1075. Ein klinorhombisches Prisma mit den basischen und den klinodiagonalen Flächen, hinterem Hemidoma und hinterem Klinodoma. K^P + k + b + Hd′ + Kd′.

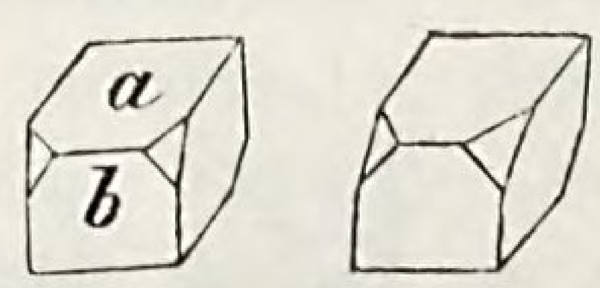


Fig. 1076. Ein schiefes rektanguläres Prisma mit den basischen Flächen und vorderem Klinodoma. o + k + b + Kd.

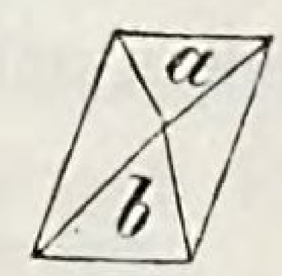


Fig. 1077. Ein schiefes rektanguläres Prisma mit den basischen Flächen und vorderem Klinodoma. o + k + b + Kd.

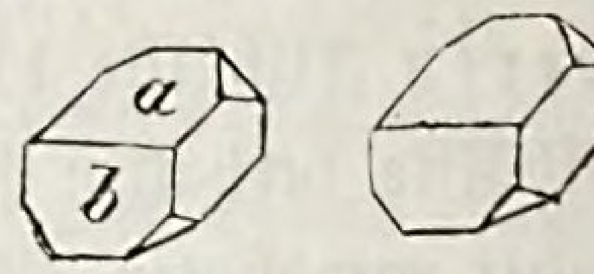


Fig. 1078. Ein schiefes rektanguläres Prisma mit den basischen Flächen und hinterem Klinodoma. o + k + b + Kd′.

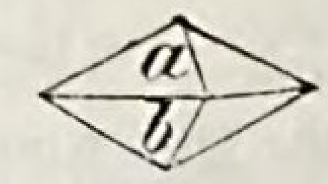


Fig. 1079. Ein schiefes rektanguläres Prisma mit den basischen Flächen und hinterem Klinodoma. o + k + b + Kd′.

Ein Klinodoma, dessen Dachkante der Klinodiagonale parallel liegt, kann in Combination mit einem vorderen und einem hinteren Hemidoma schiefe rektanguläre Oktaeder darstellen (Fig. 1080—1083). Vordere und hintere Klinodomen, wenn sie in Combination auftreten, erscheinen selber als Flächen eines klinorhombischen Oktaeders, und man kann auch das ursprüngliche klinorhombische Oktaeder selbst, von welchem wir bei der Ableitung der Formen dieses Systems ausgegangen sind, als eine Combination eines vorderen und eines hinteren Klinodomas betrachten (Fig. 1084—1087).

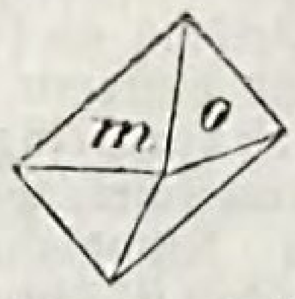
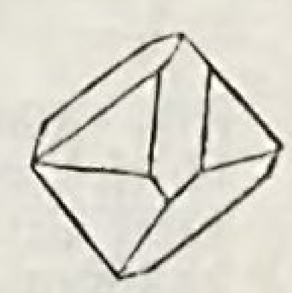


Fig. 1080. Ein schiefes rektanguläres Oktaeder, entstanden aus der Combination eines Klinodomas (o) mit vorderem (m) und hinterem Hemidoma. KP + Hd + Hd′.



Fig. 1081.



1082.

Fig. 1081. Ein rektanguläres Oktaeder, am Gipfel von den Klinodomenflächen aus zweifach (durch ein stumpferes Klinodoma) zugeschärft. KP′ + KP′ + Hd + Hd′.

Fig. 1082. Ein rektanguläres Oktaeder, dessen vordere Gipfelkanten durch die Flächen eines vorderen Klinodomas abgestumpft sind. KP′ + Hd + Hd′ + Kd.

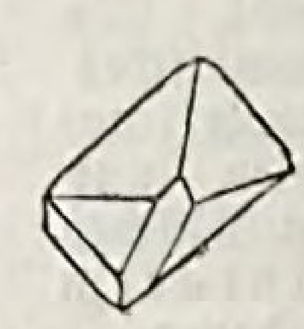


Fig. 1083. Ein rektanguläres Oktaeder, dessen hintere Gipfelkanten durch die Flächen eines hinteren Klinodomas abgestumpft sind. KP′ + Hd + Hd′ + Kd′.

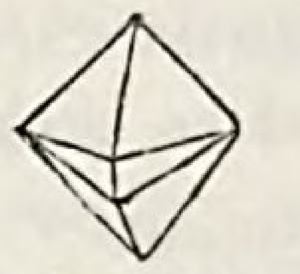


Fig. 1084.
Ein klinorhombisches Prisma mit klinorhombischem Oktaeder (vorderem und hinterem Klinodoma). Diese Combination besitzt, in anderer Stellung gedacht, oft täuschende Aehnlichkeit mit einem hexagonalen Dodekaeder.
KP + KO (= Kd + Kd').

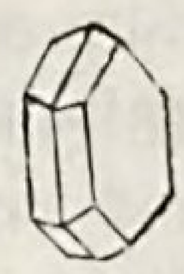


Fig. 1085. Ein klinorhombisches Prisma mit klinorhombischem Oktaeder (Klinodoma und hinterem Klinodoma) nebst klinodiagonalen Flächen. **KP + KO (= KP' + Kd') + k.**

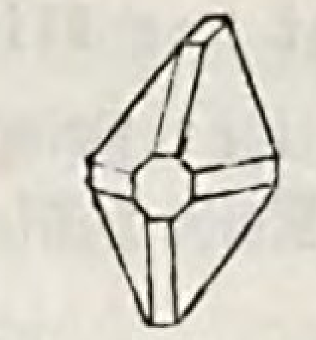


Fig. 1086. Ein klinorhombisches Oktaeder, mit klinorhombischem Prisma, orthodiagonalen und basischen Flächen und vorderem und hinterem Hemidoma. **KO (= Kd + Kd') + KP + o + b + Hd + Hd'.**

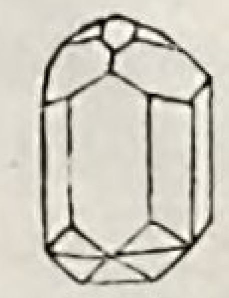


Fig. 1087. Ein klinorhombisches Prisma mit orthodiagonalen und klinodiagonalen Flächen, vorderem und hinterem Klinodoma und hinterem Hemidoma. **KP + o + k + Kd + Kd' + Hd'.**

Hemiedrieen kommen im klinorhombischen Systeme nicht vor; wohl aber könnte man die vollzähligen Formen dieses Systems möglicher Weise als Hemiedrieen des orthorhombischen Systems ansehen und aus diesem ableiten, wozu obendrein manche Umstände wirklich aufzufordern scheinen. — Stellt man die Hauptaxe der klinorhombischen Xlle senkrecht, so ist der Gegensatz in der Form der beiden Xllhälften, welche vor und hinter der Hauptaxe liegen, auffallend. Sehr bemerkenswerth ist es, daß auf eine noch unerklärbare Weise dieser Gegensatz sich gleichsam ausgeglichen findet durch die regelmäßigste Zwillingsbildung, bei welcher die beiden vereinigten Individuen gerade in entgegengesetzter Lage vereinigt und meistens beide nur zur einen Hälfte ausgebildet sind, so daß ein Körper entsteht, welcher aus zwei gleichartig geformten Hälften besteht (Fig. 1088—1091). Mitunter sind beide Hälften

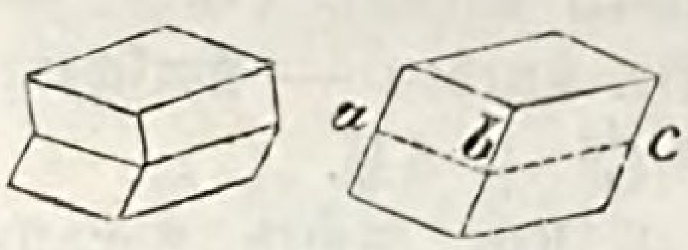


Fig. 1088. Ein Zwilling aus zweien Xllen von der Form **KP + b** bestehend. Daneben die vollständige Form mit angedeuteter Halbirung, parallel den b-Flächen.

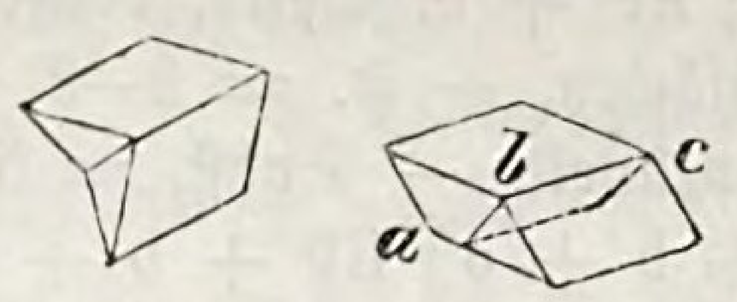


Fig. 1089. Ein Zwilling aus zweien Xllen von der Form **KP + b** bestehend. Daneben die vollständige Form mit angedeuteter Halbirung, parallel den o-Flächen.

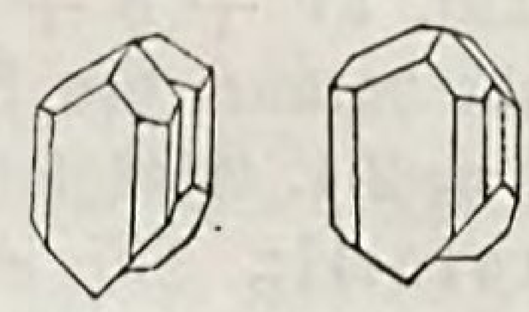


Fig. 1090. Zwillinge von der Form **KP + KP' + o + b**, zusammengefügt in verkehrter Stellung parallel den o-Flächen.

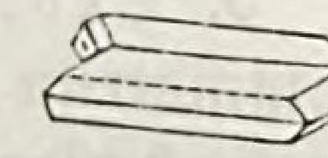


Fig. 1091. Ein Zwilling von der Form **KP + KP' + k**, zusammengefügt in verkehrter Stellung parallel den o-Flächen.

so genau gleich, daß man meinen könnte, es sei ein vollständiges Individuum halbirt, und die beiden Theile seien in verkehrter Stellung wieder zusammengefügt worden („Hemitropie"). Bisweilen ist die Zusammenfügung der Art, daß gar kein einspringender Winkel die Zwillingsbildung andeutet, und diese Doppelindividuen könnten für vollzählig orthorhombische genommen werden, wenn nicht die polarische Verschiedenheit der beiden Xllenden in diesem Falle dennoch den hemiedrischen oder klinorhombischen Charakter hervortreten ließe (Fig. 1092). Die Zusammenfügungsfläche der Zwillinge ist bald der basischen, bald der orthodiagonalen parallel. Nicht selten trifft man Gruppen von mehreren Individuen, welche auf den ersten Blick ganz regellos zusammengewachsen erscheinen, während sich bei genauerer Untersuchung erweist, daß dennoch eine prismatische, eine basische, eine orthodiagonale, eine klinodiagonale oder eine klino- oder hemidomatische Fläche die Zusammenfügungsebene bildet, mitunter eine Fläche, welche äußerlich an keinem der vereinigten Individuen ausgebildet vorkommt.

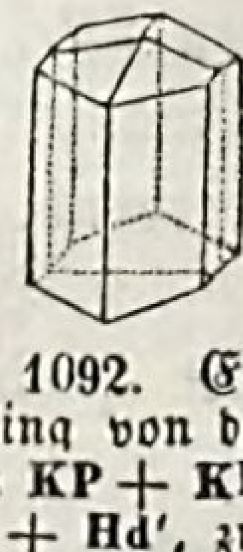


Fig. 1092. Ein Zwilling von der Form **KP + KP' + k + Hd'**, zusammengefügt in verkehrter Stellung parallel den o-Flächen, und so, daß gar kein einspringender Winkel entsteht, welcher die Zwillingsbildung andeuten könnte.

Die Xlle des klinorhombischen Systems besitzen d o p p e l t e S t r a h l e n b r e c h u n g und z w e i o p t i s c h e A x e n.

Uebersicht der klinorhombischen Mineralxlle.

Erste Reihe: Prismatisch spaltbare.

Zweite Reihe: Diagonal und basisch spaltbare.

Erste Reihe.

Prismatisch spaltbare klinorhombische Mineralxlle.

a. Sulfide.

1. **Realgar.** Xllf. KP + KP′ + Kd′ + k + b; KP + KP + KP′ + Kd′ + k + o + b; KP + b. Spltb. unvollkommen parallel den KP-, deutlicher par. den b-Flächen. — H. = 2. Br. uneben — kleinmuschlig; milde. D. = 3,6. Fettglanz; pellucid; char. Farbe: morgenroth. — Subst. = $\ddot{A}s$.

b. Sauerstoffsalze.

2. **Rothbleierz.** Xllf. KO + KP; KP + Kd; KP + Kd + Hd′; KP + Hd′; KP + KP + Kd + Hd′; KP + KP + KP + Kd + Hd′. Spltb. deutlich parallel den KP-, unvollkommen parallel den o- und k-Flächen, welche letztere äußerlich nicht vorkommen. — H. = 3. Br. muschlig — uneben; milde. D. = 6. Demantglanz; pellucid; char. Farbe: morgenroth — hyazinthroth. — Subst. = $\dot{P}b\,\ddot{C}r$.

3. **Kieselmangan.** Xllf. noch nicht beobachtet. Spltb. parallel den KP-Flächen. — H. = 6. Br. uneben — splitterig; spröde. D. = 3,6. Glasglanz, perlmutterartig; pellucid; char. Farbe: rosenroth. — Subst. = $\dot{M}n^3\,\ddot{S}i^2$.

4. **Tinkal.** Xllf. KP + Kd′ + Kd′ + b + o; KP + Kd′ + o + b. Spltb. unvollkommen parallel den KP-Flächen und den o- und k-Flächen. — H. = 2. Br. muschlig; wenig spröde. D. = 1,6. Fettglanz; pellucid. — Subst. = $\dot{N}a\,\ddot{B}^2 + 10\,\dot{H}$.

5. **Trona.** Xllf. KP + b + Kd; KP + b. Spltb. vollkommen parallel den b- und in minderem Grade parallel den KP-Flächen. — H. = 2—3. Br. uneben — muschlig; wenig spröde. D. = 2,1. Glasglanz; pellucid. — Subst. = $\dot{N}a^2\,\ddot{C}^3 + 4\,\dot{H}$.

6. **Kupfermalachit.** Xllf. KP + b + o; KP + b + o + KP′. Spltb. parallel den KP- und besonders den b-Flächen. — H. = 3—4. Br. uneben; spröde. D. = 4. Glasglanz, wachsartig; pellucid; char. Farbe: spangrün. — Subst. = $\dot{C}u\,\ddot{C} + \dot{C}u\,\dot{H}$.

7. **Kupferlasur.** Xllf. KP + Kd + b; KP + Kd + KP′ + b; KP + Kd + Kd′ + o + b + Hd′; KP + KP′ + Kd + o + k; KP + Kd + Kd′ + o + Hd′ + Hd′ + Hd′; KP + KP′ + KP′ + Kd + o + Hd′ + Hd′ + Hd′; KP + KP′ + KP′ + KP′ + o + Hd + Hd′. Spltb. wenig parallel den KP-, vollkommener parallel gewissen KP′-Flächen. — H. = 3—4. Br. muschlig — uneben; spröde. D. = 3,8. Glasglanz; pellucid; char. Farbe: lasurblau. — Subst. = $2\,\dot{C}u\,\ddot{C} + \dot{C}u\,\dot{H}$.

c. Doppelsalze.

8. **Sphen** (Titanit). Xllf. KP + Hd′; KP + Hd′ + Hd′ + b; KP + Hd′ + Hd′ + b + k; KP + KP + Hd′ + Hd′ + b + k; KP + KP′ + Kd + Hd′ + Hd′ + Hd′ + b + k; Kd + b + Hd′; Kd + b + Hd′ + Hd′; KP′ + Kd + Hd′. Spltb. parallel den KP-Flächen. — H. = 5. Br. kleinmuschlig — uneben; spröde. D. = 3,5. Fett- oder demantartiger Glasglanz; pellucid — opak. Nicht selten durch Erwärmung elektrisch werdend. — Subst. = $Ca^3\,\ddot{S}i + \ddot{T}i^3\,\ddot{S}i$.

9. **Hornblende.** Xllf. KO + KP + k; KO + KO + KP + k; KP + b + Kd′ + k; KP + b + KP′ + k; KP + KP′; KP + KP′ + o; KP + KP′ + k; KP + KP′ + k + o + b; KP + k + b + Kd′. Häufig Zwillinge von der Form KO + KP + k verkehrt zusammengefügt parallel den o-Flächen. Spltb. sehr vollkommen parallel den KP-Flächen, undeutlich parallel den o- und k-Flächen. — H. = 5—6. Br. uneben; spröde. D. = 3. Glasglanz, perlmutterartig; pellucid. — opak. — Subst. = $(\dot{C}a, \dot{N}a, \dot{F}e)\,\ddot{S}i + (\dot{M}g, \dot{F}e)^3\,\ddot{S}i^2$.

10. **Augit.** Xllf. KO + KP; KO + KP + KP′ + o + k; KO + KP + KP′ + b + o + k + Hd′; KP + Kd + o + k; KP + Kd + o + k + b + Kd′ + Hd′; KP + o + k + Kd + b + Kd′ + Hd′; KP + KP + KP + o + k + b; KP + b. Häufig Zwillinge von der Form KP + Kd + o + k gegen einander verkehrt parallel den

o=Flächen vereinigt. Spltb. parallel den KP= und b=Flächen, sowie parallel den o= und k=Flächen. — H. = 5—6. Br. muschlig — uneben; spröde. D. = 3,4. Glasglanz; perlmutterartig; pellucid — opak. — Subst. = $(\dot{Ca}, \dot{Mg}, \dot{Fe})^3 (\dddot{Si}, \dddot{Al})^2$. Dieselbe Substanz bildet in amorphem Zustande den Tachylith.

11. Mesotyp. Xllf. KO + KP; KO + KP + k; KO + KP + o + k. Die Flächen KP und K sind ihren Kanten parallel stark gereift. Spltb. parallel den KP=Flächen vollkommen. — H. = 5. Br. uneben — muschlig; spröde. D. = 2,3. Glasglanz; pellucid. — Subst. = $(\dot{Na}, \dot{Ca})\ \dddot{Si} + \dddot{Al}\ \dddot{Si} + 2\dot{H}$. Dasselbe Doppelsalz xllisirt wasserfrei im klinorhomboidischen System (Labradorit).

12. Datolith. Xllf. KO + KP + KP + O + KP′ + Hd; KP + KP + O + KP′ + Kd + Hd; KP + KP + O + KP′ + Kd + Hd + b. Spltb. nicht sehr deutlich parallel den KP=Flächen. — H. = 5. Br. uneben. — muschlig; spröde. D. = 3. Fettartiger Glasglanz; pellucid. — Subst. = $\dot{Ca}^3\ \dddot{Si}^4 + 3\,\dot{Ca}\ \dddot{B} + 3\dot{H}$.

13. Laumontit. Xllf. KP + Kd′ + Hd′ + b; KP + Hd′ + b + o + k; KP + b; KP + o + k + b; o + k + b. Spltb. parallel den KP=Flächen vollkommen, minder deutlich parallel den b=Flächen. — H. = 3. Br. uneben; spröde; sehr zerbrechlich. D. = 2,2. Glasglanz, oft perlmutterartig; pellucid. — Subst. = $\dot{Ca}^3\ \dddot{Si}^2 + 4\dddot{Al}\ \dddot{Si}^2 + 18\dot{H}$.

Zweite Reihe.

Diagonal und basisch spaltbare klinorhombische Mineralxlle.

a. Sulfid=Oxyde.

1. Rothspießglanzerz (Antimonblende). Xllf. KP + b; KP + k + b + Hd′. Spltb. parallel den k= und o=Flächen. — H. = 1. Br. nicht wahrzunehmen; milde; in dünnen Blättchen etwas biegsam. D. = 4,5. Demantglanz; pellucid — opak; char. Farbe: kirschroth. — Subst. = $\dddot{Sb}\ \ddot{Sb}^2$.

b. Sauerstoffsalze.

2. Wolframit. Xllf. KP + b; KP + KP + b; KP + KP′ + o + Hd′ + b; KP + KP′ + o + k + Hd′ + b; KP + Kd + Kd′ + Kd′ + o + k + Hd′ + b; KP + KP + KP′ + o + Hd′ + b; KP + KP + KP′ + o + k + Hd′; KP + KP + Kd + Kd′ + Kd′ + Ho + Hd′ + b. Spltb. sehr vollkommen parallel den k=Flächen. H. = 5. Br. uneben; spröde. D. = 7,4. Metallähnlicher Demantglanz; opak; char. Farbe: braunlichschwarz. — Subst. = $(\dot{Fe}, \dot{Mn})\ \dddot{W}$.

3. Wollastonit. Xllf. KP + Hd′ + b + o. Spltb. parallel den o= und b=Flächen. — H. = 4—5. Br. uneben — splitterig; spröde. D. = 2,8. Perlmutterartiger Glasglanz; pellucid. — Subst. = $\dot{Ca}^3\ \dddot{Si}^2$.

4. Glaubersalz. Xllf. KP + b. Künstliche Xllisationen zeigen mehrere andere Flächen. Spltb. vollkommen parallel den k=Flächen. — H. = 1—2. Br. muschlig; milde. D. = 1,4. Glasglanz; pellucid. — Subst. = $\dot{Na}\ \dddot{S} + 10\dot{H}$. Das schwefelsaure Natron xllisirt wasserfrei orthorhombisch (Thenardit).

5. Gyps. Xllf. KO + KP + k; KP + Kd + k; KP + KP + Kd + Hd′ + k. Häufig Zwillinge von der Form KP + KP′ + k in entgegengesetzter Richtung vereinigt nach einer o=Fläche, sogenannte „Schwalbenschwänze". Spltb. sehr vollkommen parallel den k=Flächen, etwas minder vollkommen parallel den b= und o=Flächen. — H. = 2. Br. nicht wahrnehmbar wegen der Spaltbarkeit; milde; in dünnen Blättchen biegsam. D. = 2,3. Glasartiger Perlmutterglanz; pellucid. — Subst. = $\dot{Ca}\ \dddot{S} + 2\dot{H}$. Der wasserfreie schwefelsaure Kalk xllisirt orthorhombisch (Anhydrit); das nämliche Verhältniß findet sich bei mehreren anderen Salzen, welche bald mit, bald ohne Wassergehalt xllisiren.

6. Eisenvitriol. Xllf. KP + KP′ + Kd + Hd + Hd′ + k + b; KP + KP′ + Kd + Hd′ + k + b; KP + Hd′ + k + b; KP + Hd′ + b; KP + b. Spltb. vollkommen parallel den b=, minder deutlich parallel den KP=Flächen. — H. = 2. Br. muschlig — uneben; wenig spröde. D. = 1,9. Glasglanz; pellucid; char. Farbe: lauchgrün. — Subst. = $\dot{Fe}\ \dddot{S} + 6\dot{H}$.

7. Vivianit. Xllf. KP + Kd + b + o + k; KP + Kd + Kd′ + Hd′ + b

+ o + k; Kd + o + k + b; Kd + o + k; o + k + b + Hd'. Spltb. höchst vollkommen parallel den k-Flächen, deutlich auch nach den o- und b-Flächen. — H. = 2. Br. nicht zu beobachten; milde; in dünnen Blättchen biegsam. D. = 2,6. Glasartiger Perlmutterglanz; pellucid; char. Farbe: smalteblau. — Subst. = $\dot{Fe}^3 \overset{\cdot\cdot\cdot\cdot\cdot}{P} + 6\dot{H}$.

8. Pharmakolith. Xllf. KP + KP' + b + k + Hd'; KP + KP' + k + Hd'; KP + KP + KP' + Kd + Hd' + k. Spltb. vollkommen parallel den k-Flächen. — H. = 2. Br. uneben; milde; in dünnen Blättchen biegsam. D. = 2,7. Glasglanz, auf den k-Flächen Perlmutterglanz; pellucid. — Subst. = $\dot{Ca}^2 \overset{\cdot\cdot\cdot\cdot\cdot}{As} + 6\dot{H}$.

9. Kobaltblüthe. Xllf. Kd + KP + o + k + b; Kd + o + k + b; o + k + b. Spltb. vollkommen parallel den k-Flächen; nur sehr wenig parallel den o-Flächen. — H. = 2. Br. nicht zu beobachten; milde; in dünnen Blättchen etwas biegsam. D. = 3. Glasglanz, auf den k-Flächen Perlmutterglanz; pellucid. — Subst. = $\dot{Ca}^3 \overset{\cdot\cdot\cdot\cdot\cdot}{As} + 6\dot{H}$.

10. Soda. Xllf. KP + b. Spltb. unvollkommen parallel den o- und k-Flächen. — H. = 1. Br. muschlig; milde. D. = 1,4. Glasglanz; pellucid. — Subst. = $\dot{Na}\,\ddot{C} + 10\dot{H}$. Das kohlensaure Natron xllisirt wasserfrei orthorhombisch (Natronit).

c. Fluorid-Sauerstoffsalze.

11. Chondrodit. Xllf. KP + k + KP' + b. Spltb. vollkommen parallel den b-Flächen, unvollkommen parallel den k- und den äußerlich nicht beobachteten o-Flächen. — H. = 6,5. Br. unvollkommen muschlig — uneben; spröde. D. = 3,2. Glasglanz; pellucid. — Subst. = Mg Fl + $2\dot{Mg}^3 \dddot{Si}$.

d. Doppelsalze.

12. Epidot. Xllf. KO + KP + o + k + b + Hd'; KP + Kd + o + b + Hd'; KP + o + b + Hd'. Die Xlle sind in der Richtung der Orthodiagonale verlängert, so daß leicht die o-, die b- und Hd'-Flächen für prismatische Flächen („gerade Rhomboidsäule") angesehen werden. Spltb. sehr vollkommen parallel den b-, minder deutlich parallel den Hd'-Flächen. — H. = 6–7. Br. uneben — splitterig; spröde. D. = 3,3. Glasglanz, auf den b-Flächen perlmutterartig; pellucid. — Subst. = $(\dot{Ca}\ \dot{Fe}\ \dot{Mn})^3 \dddot{Si} + 2\overline{\dddot{Al}}\ \dddot{Si}$.

13. Orthoklasfeldspath. Xllf. KP + KP' + Kd' + b + Hd' + Hd' + k; KP + Kd' + b + Hd' + Hd' + k; KP + KP' + Kd' + b + Hd' + k; KP + KP + b + Hd' + k; KP + b + Hd' + k; KP + b + Hd'; KP + b; b + Hd' + k. Häufig Zwillinge von verschiedenen Formen in verkehrter Stellung nach den k- oder KP'-Flächen vereinigt. Spltb. parallel den k- und besonders den b-Flächen sehr vollkommen, minder vollkommen parallel den KP-Flächen. — H. = 6. Br. uneben — muschlig; spröde. D. = 2,5. Glasglanz, etwas perlmutterartig; pellucid. — Subst. = $(\dot{K}, \dot{Na})\ \dddot{Si} + \overline{\dddot{Al}}\ \dddot{Si}^3$. Dasselbe Doppelsalz findet sich klinorhomboidisch xllisirt als Klinoklasfeldspath. Außerdem kommt dasselbe in amorphem Zustande als Obsidian, Pechstein und Perlstein vor, von denen der erstere eine erstarrte Lava ist. Der Obsidian ist ein „Glas."

14. Zweiaxiger Glimmer (Rhombenglimmer). Xllf. KP + k + b; selten KP + kd' + k + b. Die b-Flächen herrschen so sehr vor, daß die übrigen oft nicht erkennbar sind. Spltb. sehr vollkommen parallel den b-Flächen. — Br. nicht zu beobachten; milde; in dünnen Blättern elastisch biegsam. D. = 3. Metallartiger Perlmutterglanz auf den b-Flächen; pellucid. — Subst. = $\dot{K}$, $\dot{Na}$, $\dot{Li}$, $\dot{Mg}$, $\overline{\dddot{Mn}}$, $\overline{\dddot{Fe}}$, $\overline{\dddot{Al}}$, $\dddot{Si}$, Fl in noch nicht genauer ermittelter Verbindung.

15. Brewsterit. Xllf. KP + KP + KP + KP + k + KP'. Spltb. vollkommen parallel den k-Flächen, undeutlich parallel den o-Flächen, welche äußerlich nicht vorkommen. — H. = 5. Br. uneben; spröde. D. = 2,1. Glasglanz, auf den k-Flächen Perlmutterglanz; pellucid. — Subst. = $3\,(\dot{Ba}, \dot{Sr})\ \dddot{Si} + 4\overline{\dddot{Al}}\ \dddot{Si}^3 + 18\dot{H}$.

16. Heulandit. Xllf. KO + b + k + o; KO + b + k + o + Hd'; o + k + b + Hd'; Kd + b + o + k. Spltb. vollkommen parallel den k-Flächen. — H. = 4. Br. uneben; spröde. D. = 2,2. Glasglanz, auf der k-Fläche Perlmutterglanz; pellucid. — Subst. = $\dot{Ca}\ \dddot{Si} + 4\overline{\dddot{Al}}\ \dddot{Si}^3 + 18\dot{H}$.

Anhang: Künstliche Xlle des klinorhombischen Systemes.

Klinorhombisch xllisirt auch das schwefelsaure Nickeloxydkali. Ferner der Bleizucker (essigsaures Bleioxyd) und das ameisensaure Kupferoxyd. Endlich auch die Chinasäure (S. 947), die Oxalsäure (C̈ Ḣ, S. 916) und der Zucker (Rohrzucker, Seite 565). Letzterer, in groß xllinischen Massen „Kandis“ genannt, zeigt vorzugsweise die Flächen eines klinorhombischen Prismas mit klinodiagonalen Flächen, sodann ein vorderes und hinteres Hemidoma und das klinodiagonale Prisma (KP + b + k + Hd + Hd′ + KP′). Der Rohrzucker kommt auch in amorphem Zustande vor, theils als Syrup, theils als sogenannter „Gerstenzucker“ (Bonbons). Dieser entsteht aus dem xllinischen Zucker durch Erhitzung und geht mit der Zeit wieder in den xllinischen Zustand über.

VI. Das klinorhomboidische System.

Das Axenkreuz, welches den Xllisationen des klinorhomboidischen Systemes zu Grunde liegt, besteht aus dreien, nicht allein ungleichartigen, sondern auch durchweg sich schiefwinklig schneidenden Axen. Jede derselben kann als Hauptaxe gedacht werden, und stellt man dieselbe senkrecht, so liegen beide andere Axen schief gegen den Horizont geneigt. Legt man dagegen eine Nebenaxe horizontal, so steht nicht nur die Hauptaxe schief, sondern auch die andere Nebenaxe befindet sich in geneigter Lage. Die Oktaeder, welche man über einem solchen Axenkreuze construiren könnte, würden schiefe Oktaeder mit rhomboidischem Horizontaldurchschnitte sein; solche „klinorhomboidische Oktaeder (Ko)“ kommen indessen nicht vor. Es würden dieselben zwei gleiche Gipfel und zwei verschiedenartige Paare unter sich gleichartiger Randecken und eben so nur paarweise und parallele gleichartige Kanten und Flächen besitzen. Aus diesem Grunde können in diesem Systeme keine andere Veränderungen an Kanten und Ecken vorkommen, als Abstumpfungen, deren Abstumpfungsfläche obendrein, da sie nie zwei gleichartige Flächen oder Kanten zugleich berührt, allemal gegen die gleichzeitig betroffenen Flächen eine verschiedenartige Neigung besitzen muß.

Abstumpfung der Randkanten des klinorhomboidischen Oktaeders durch Flächen, welche der Hauptaxe parallel sind, würde diejenigen Flächen ergeben, welche an den Xllisationen dieses Systemes vorzuherrschen pflegen, die Flächen eines schiefen Prismas mit rhomboidischem Horizontaldurchschnitte. Man nennt das bezeichnete Prisma (Fig. 1093) das klinorhomboidische (Kp). Die Flächen, welche parallel den Nebenaxen die Gipfel des klinorhomboidischen Oktaeders abstumpfen würden, sind die basischen Flächen, welche, weil sie hier, möge die Hauptaxe senkrecht oder geneigt gestellt werden, stets schief liegen, klinobasische Flächen (kb) genannt werden können. Dieselben bilden in der Regel die Endflächen des klinorhomboidischen Prismas (Fig. 1094). Ihre Diagonallinien sind beide Klinodiagonalen, aber die eine derselben ist länger und heißt Klinomakrodiagonale, die andere ist kürzer und heißt Klinobrachydiagonale. Abstumpfung der Randecken des klinorhomboidischen Prismas durch Flächen, welche der Hauptaxe parallel liegen, ergibt andere klinorhomboidische Prismen, welche,

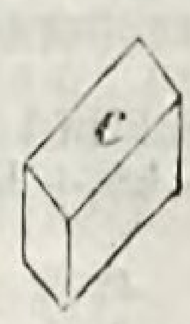


Fig. 1093. Ein klinorhomboidisches Prisma mit klinobasischen (c) Endflächen. Kp + b.

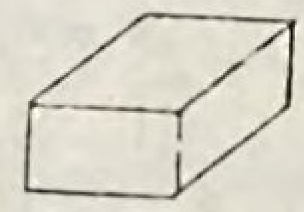


Fig 1094. Ein klinorhomboidisches Prisma mit klinobasischen Endflächen Kp + kb.

*

je nachdem die vorderen der von der Klinomakrodiagonale berührten Kanten von der rechten her oder von der linken her abgestumpft erscheint, rechte klinorhomboidische Prismen (Rkp) und linke klinorhomboidische Prismen (Lkp) genannt werden. Da indessen nur je zwei der Prismenkanten des klinorhomboidischen Prismas gleich sind, so treten auch sehr häufig nur einzelne Paare von Abstumpfungsflächen auf (Fig. 1095), nämlich bald solche, welche die von der Klinomakrodiagonale berührten Kanten abstumpfen, rechte und linke klinomakrodiagonale Flächen genannt (Rmkp und Lmkp), bald dagegen solche, welche die von der Klinobrachydiagonale berührten Kanten abstumpfen, rechte und linke klinobrachydiagonale Flächen genannt (Rbkp und Lbkp). Es können auch rechte klinomakrodiagonale Flächen mit linken klinobrachydiagonalen und linke klinomakrodiagonale mit rechten klinobrachydiagonalen Flächen combinirt vorkommen, woraus ebenfalls klinorhomboidische Prismen entstehen.

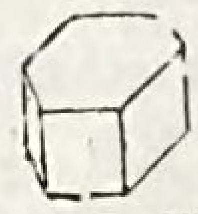


Fig. 1095. Ein klinorhomboidisches Prisma mit klinobasischen Endflächen an den klinomakrodiagonalen Kanten, von der linken her abgestumpft. Kp + kb + Lmkp.

Die Flächen, welche eine der durch die Klinomakrodiagonale berührten Ecken des klinorhomboidischen Prismas mit klinobasischen Endflächen abstumpfen, sind stets nur Hemidomen (Fig. 1096 und 1097), welche man hier vordere oder hintere, rechte und linke Klinohemidomen (Rhd und Lhd; Rhd' und Lhd') nennt. Diejenigen Flächen, welche eine der durch die Klinobrachydiagonale berührten Ecken abstumpfen (Fig. 1098), sind einseitig rechte oder linke, vordere und hintere Hemiklinodomen (Rkd und Lkd; Rkd' und Lkd'). Combinationen derartiger Klinohemidomen und Hemiklinodomen mit den früher erwähnten Flächen stellen die Figuren 1099 und 1100 dar.

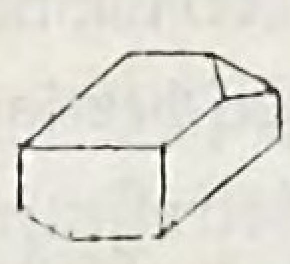


Fig. 1096. Ein klinorhomboidisches Prisma mit klinobasischen Endflächen und einem rechten hinteren Klinohemidoma. Kp + kb + Rhd'.

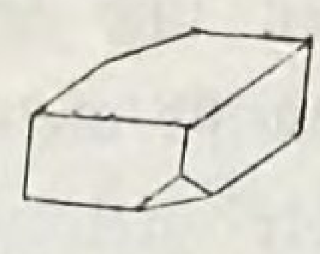


Fig. 1097. Ein klinorhomboidisches Prisma mit klinobasischen Endflächen und einem linken hinteren Klinohemidoma. Kp + kb + Lhd'.

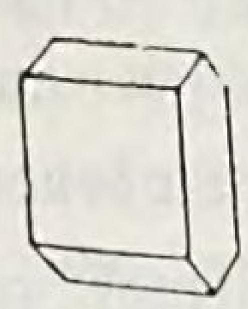


Fig. 1098. Ein klinorhomboidisches Prisma mit klinobasischer Endfläche und einem rechten hinteren Hemiklinodoma. Kp + kb + Rkd.

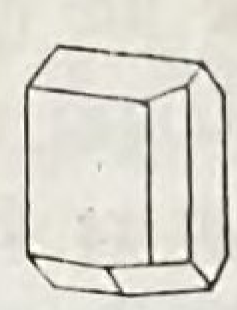


Fig. 1099. Ein klinorhomboidisches Prisma mit klinobasischen Endflächen, nebst rechten klinomakrodiagonalen Flächen, rechtem hinteren Klinohemidoma und rechtem hinteren Hemiklinodoma. Kp + kb + Rmkp + Rhd' + Rkd'.

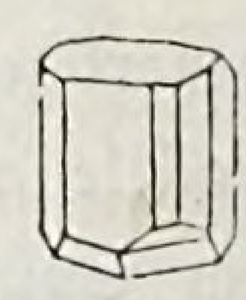


Fig. 1100. Ein klinorhomboidisches Prisma mit klinobasischen Endflächen, nebst rechten und linken klinomakrodiagonalen Flächen, rechten klinobrachydiagonalen Flächen, zweien rechten hinteren Klinohemidomen und einem rechten hinteren Hemiklinodoma. Kp + kb + Rmkp + Lmkp + Rbkp + Rhd' + Rhd' + Rkd'.

Ist eine der vier Randkanten des klinorhomboidischen Prismas mit klinobasischer Endfläche durch eine Fläche abgestumpft, so kann man diese als die eine der Flächen des idealen klinorhomboidischen Oktaeders betrachten und als vordere oder hintere rechte und linke Klinorhomboidoktaederfläche (Rko und Lko; Rko' und Lko') bezeichnen. Combinationen derartiger Flächen mit den früher erwähnten Flächen sind die Figuren 1101—1107.

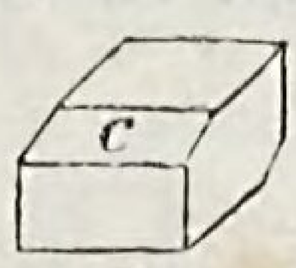


Fig. 1101. Ein klinorhomboidisches Prisma mit klinobasischen Endflächen, nebst den vorderen rechten Klinorhomboidoktaederflächen (c). Kp + kb + Rko.

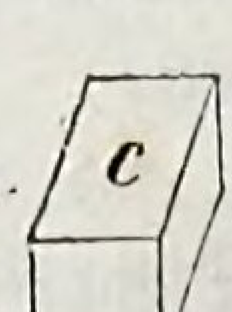


Fig 1102. Ein klinorhomboidisches Prisma mit den vorderen rechten Klinorhomboidoktaederflächen (c). Kp + Rko.

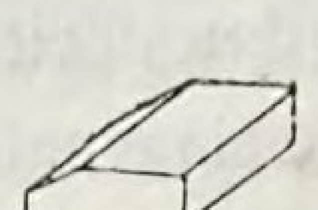


Fig. 1103. Ein klinorhomboidisches Prisma mit den klinobasischen Endflächen und den vorderen linken Klinorhomboidoktaederflächen. Kp + kb + Lko.

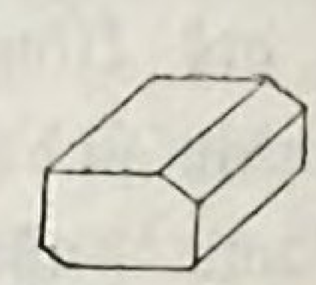


Fig. 1104. Ein klinorhomboidisches Prisma mit den klinobasischen Endflächen und den vorderen rechten Klinorhomboidoktaederflächen. Kp + kb + Rko.

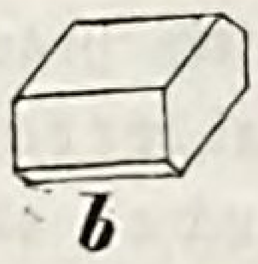


Fig. 1105. Ein klinorhomboidisches Prisma mit den klinobasischen Endflächen und den hinteren linken Klinorhomboidoktaederflächen.
Kp + kb + Lko′.

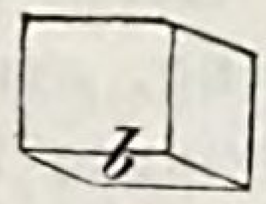


Fig. 1106. Ein klinorhomboidisches Prisma mit den hinteren linken Klinorhomboidoktaederflächen. Kp + Lko′.

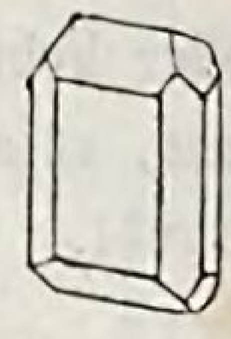


Fig. 1107. Ein klinorhomboidisches Prisma mit klinobasischen Endflächen, rechten klinomakrodiagonalen und rechten klinobrachydiagonalen Flächen, rechtem hinteren Hemiklinodoma, rechten vorderen und linken hinteren Klinorhomboidoktaederflächen.
Kp + kb + Rmkp + Rbkp + Rkd′ + Rko + Lko′.

Vielleicht wird man die Xllisationen des klinorhomboidischen Systems als Viertelsflächner oder Tetartoedrieen des orthorhombischen Systems betrachten dürfen. Indessen ist es bislang noch nicht gelungen, genügende Anhaltspunkte aufzufinden, um auf die Absonderung ersteren Systemes verzichten zu können.

Die Xllisationen des klinorhomboidischen Systemes sind als solche an dem ausschließlichen Vorkommen einzelner Flächenpaare leicht zu erkennen. Dagegen ist die Bestimmung der Lage der einzelnen Flächen eine der schwierigsten Aufgaben der Xllographie. Einfache Combinationen sind indessen noch leicht zu entwickeln im Vergleiche zu den Schwierigkeiten, welche nicht selten die Zwillinge darbieten, indem dieselben, in entgegengesetzter Richtung aneinander gewachsen, manchmal orthorhombischen Xllisationen ganz ähnlich erscheinen.

Die klinorhomboidischen Mineralxlle.

a. Sauerstoffsalze.

1. Disthen. Xllf. Kp + kb + Lmkp; Kp + kb + Lmkp + Lbkp. Zwillinge sehr häufig. Spltb. sehr vollkommen parallel den einen, minder vollkommen parallel den anderen KP-Flächen, undeutlich parallel den kb-Flächen. — H. = 5—7, auffallend verschieden auf den verschiedenen Xllflächen. Br. uneben, spröde. D. = 3,6. Glas- und Perlmutterglanz; pellucid. Durch Erwärmung phosphorescirend, mit bläulichem Lichtscheine. — Subst. = $\dddot{Al}^2\,\dddot{Si}$.

2. Kupfervitriol. Xllf. Kp + kb. Andere Flächen hat man nur durch „künstliche" Xllisation erhalten. Spltb. unvollkommen parallel den Kp-Flächen. — H. = 2. Br. muschlig; wenig spröde. D. = 2,2. Glasglanz; pellucid; char. Farbe: dunkel himmelblau. — Subst. = $\dot{Cu}\,\dddot{S} + 5\dot{H}$. Es ist bemerkenswerth, daß das Kupfervitriol, wenn man dasselbe aus einer wässerigen Lösung ausxllisiren läßt, in welcher auch Eisenvitriol enthalten ist, unter Aufnahme eines ganz dem Eisenvitriol entsprechenden Wasserverhältnisses (als $\dot{Cu}\,\dddot{S} + 6\dot{H}$) die Xllisation des Eisenvitriols annimmt. Obgleich noch wenige ähnliche Verhältnisse bekannt sind, so dürften dieselben doch für die Lehre vom Isomorphismus (S. 1095) einst von Wichtigkeit werden.

b. Doppelsalze.

3. Axinit. Xllf. Kp + kb; Kp + kb + Rmkp; Kp + kb + Rmkp + Lhd′; Kp + kb + Rmkp + Lko; Kp + kb + Rmkp + Lhd′ + Lko + Rko′. Spltb. unvollkommen parallel den kb- und den einen Kp-Flächen. — H. = 6—7. Br. uneben — kleinmuschlig; spröde. D. = 3,3. Glasglanz; pellucid. — Subst. = $(\dot{Ca}, \dot{Mg})^3\,(\dddot{Si}, \dddot{B})^2 + 2\,(\dddot{Al}, \dddot{Fe}, \dddot{Mn})\,(\dddot{Si}, \dddot{B})$.

4. Labradorit. Xllf. Kp + kb + Lmkp + Rhd′ + Rkd + Lkd; besonders häufig Zwillinge von dieser Form. Spltb. vollkommen parallel den kb- und minder deutlich den Kp-Flächen. — H. = 6. Br. uneben — muschlig; spröde. D. = 2,7. Glasglanz, zuweilen perlmutterartig; pellucid. Der Labradorit hat die mit seinem Xllgefüge in inniger Beziehung stehende Eigenschaft, in bestimmten Richtungen gewisse Farben des auffallenden

Lichtes mit großer Lebhaftigkeit zu reflektiren. Solche Farben, besonders ein prachtvolles metallisches Blau, erscheinen daher vorübergehend, wenn man das Mineral vor den Augen hin und her dreht. Man nennt diese Erscheinung den Farbenwandel oder das Labradorisiren. — Subst. = (Na, $\dot{C}a$) $\ddot{S}i$ + $\dddot{A}l$ $\ddot{S}i$. Das nämliche Doppelsalz xllisirt mit Wasser als Mesotyp klinorhombisch.

5. Klinoklasfeldspath (Albit). Xllf. Kp + kb + Rmkp + Rhd'; Kp + kb + Rkd' (Fig. 1098); Kp + kb + Rmkp + Rhd' + Rkd' (Fig. 1099); Kp + kb + Rmkp + Lmkp + Rbkp + Rhd' + Rhd' + Rkd' (Fig. 1100); Kp + kb + Rmkp + Rbkp + Rkd' + Rko + Lko' (Fig. 1007). Selten diese einfachen Combinationen, meistens Zwillinge. Spltb. vollkommen parallel den kb-, minder vollkommen parallel den einen, undeutlich parallel den andern Kp-Flächen. — H. = 6. Br. uneben; spröde. D. = 2,6. Glasglanz, auf den kb-Flächen Perlmutterglanz; pellucid. — Subst. = ($\dot{K}$, $\dot{N}a$) $\ddot{S}i$ + $\dddot{A}l$ $\ddot{S}i^3$. Dasselbe Doppelsalz findet sich klinorhombisch xllisirt als Orthoklasfeldspath.*

Anhang: Künstliche Xlle des klinorhomboidischen Systemes.

Künstliche Xllisationen im klinorhomboidischen Systeme kennt man von Kupfervitriol, außerdem besonders vom vierfach oxalsauren Kali u. s. w.

* Die Benennung Orthoklas- und Klinoklas-, „geradspaltiger und schiefspaltiger" Feldspath, sollen sich darauf beziehen, daß bei ersterem, dem Orthoklasfeldspathe, die basischen Flächen mit den klinodiagonalen Flächen stets rechtwinklige Kanten bilden, welche man bei der Spaltung sehr leicht erhält, während bei dem Klinoklasfeldspathe die klinobasischen Flächen mit den Flächen des klinorhomboidischen Prismas, welche man bei der Spaltung ebenfalls erhält, einerseits stumpfe, andererseits scharfe Kanten darstellen.

Zweiter Theil.

Lithologie.

Mineralien sind die in der Natur sich vorfindenden chemischen Substanzen, welche zu ihrer Bildung und zu ihrem Bestehen nicht des thierischen und pflanzlichen Lebens bedürfen. Dieselben sind theils Elementarstoffe, welche in unvermischtem, „gediegenem" Zustande im Erdboden angetroffen werden (Seite 15), theils binäre Mischungen ersten Grades, theils doppelt binäre oder quaternäre Mischungen zweiten Grades, theils doppelt quaternäre oder oktonäre Mischungen dritten Grades (Seite 7). Da bei Substanzen, welche ganz für sich existiren, von irgend welchen Organen nicht die Rede sein kann, so unterscheidet man die Mineralien als unorganisirte oder unorganische Naturkörper von den mit Organen versehenen, organisirten, organischen Pflanzen und Thieren. Die Mischungen, welche unter dem Einflusse des Lebens, d. h. unter dem Einflusse der unberechenbar zahlreichen, zu einem gemeinsamen Ganzen zusammenwirkenden Vorgänge, in den Pflanzen und Thieren gebildet werden, sind größtentheils nicht fähig, für sich weiter zu existiren, sobald das Zusammenwirken aller jener Vorgänge aufhört, wie dies mit dem Tode der Fall ist, oder sobald sie aus dem Kreise jener Vorgänge verdrängt sind, wie dies durch die natürliche Aussonderung geschieht. Nur wenige derselben zeigen größere Selbstständigkeit. Die Verschiedenheit dieses Verhaltens liegt in den Mischungsverhältnissen jener Substanzen selbst. In den „organischen Substanzen" sind jene wenigen Elementarstoffe, aus welchen die Organe der Pflanzen und der Thiere fast ausschließlich bestehen (Seite 15), nicht etwa nach einfachen Graden zusammen verbunden; vielmehr scheint es, daß viele Paare nur wenig von einander quantitativ oder qualitativ verschiedener Mischungen in sehr vielfachen Stufen zu Paaren höheren und höheren Grades vereinigt seien, ohne daß wir im Stande wären, diese einzelnen Stufen durch Scheidung der Verbindungen höheren Grades für sich darzustellen, da meistens unmittelbar nach der Sonderung der Substanz aus dem Organismus schon eine Veränderung der ursprünglichen Mischungsverhältnisse vor sich geht, welche schnell bis zur völligen Umänderung derselben und zur Bildung neuer, ganz einfacher Verbindungen zunimmt, sobald man die Substanz durch chemische Mittel zu zerlegen versucht. So geben die Untersuchungen der organischen Substanzen uns bei dem jetzigen Stande der Chemie noch keine genügende Einsicht in das wahre Mischungsverhältniß derselben; vielmehr sind die meisten Zeichenformeln, mit deren Hülfe man dasselbe auszudrücken sucht, noch nicht für mehr zu halten, als für eine summarische Angabe der Quantitäten der einzelnen in der Mischung im Allgemeinen sich findenden Elementarstoffe, mit etwaiger Andeutung einzelner speciellerer Verbindungsverhältnisse, welche durch die, bei der Zersetzung zunächst sich ergebenden Produkte als nähere Bestandtheile der Mischung sich vermuthen lassen. Bei den unorganischen Substanzen dagegen sind die Mischungsverhältnisse meistens so einfach, und die Wirkungen, unter deren Einflusse wir die chemische Untersuchung derselben vornehmen, so ähnlich denjenigen, unter welchen die Mineralien in der Natur gebildet werden, bestehen und vergehen,

daß wir von den meisten derselben eine sehr genaue Vorstellung besitzen und im Stande sind, die einzelnen näheren und ferneren Bestandtheile sowohl durch Scheidung selbstständig darzustellen, als auch sie und die Substanz selbst durch künstliche Zusammenmischung der Verhältnißmengen der einzelnen Elementarstoffe oder der einzelnen Mischungen niederen Grades hervorzubringen.

Die Eigenschaft, in Folge deren die verschiedenen Elementarstoffe und die Mischungen derselben die Fähigkeit haben, sich je zwei miteinander zu neuen dritten Mischungen zu verbinden, nennt man Elektricität. Diese Eigenschaft äußert sich nicht anders, als gleichzeitig in zweien verschiedenen Elementarstoffen oder Mischungen, und man kann sich dieselbe vorstellen als eine gegenseitige Anziehung, in Folge deren alle Theilchen der Stoffe gleichzeitig das Bestreben erhalten, nicht allein der Masse nach sich zu vereinigen, sondern auch mit allen Eigenschaften sich einander hinzugeben, entgegengesetzte Eigenschaften gegen einander aufzuheben und in Folge dessen gänzlich neue Eigenschaften anzunehmen. Nicht alle Elementarstoffe besitzen dieses Bestreben in dem nämlichen Grade; auch ist es bei jedem derselben erheblichen Veränderungen unterworfen, auf welche die Temperatur den wichtigsten Einfluß ausübt. Ein und derselbe Stoff äußert sein Vereinigungsbestreben in sehr verschiedener Stärke, je nachdem er mit dem einen oder dem andern Stoffe in Berührung kommt, und man findet bei gleicher Temperatur in dieser Beziehung ein stets gleichbleibendes Verhalten, ja es findet darin, ganz wie bei den Quantitätsverhältnissen, in welchen die Stoffe sich mit einander verbinden (Seite 15), ein allgemeiner Zusammenhang unter allen Elementarstoffen statt. Unter keinen anderen Elementarstoffen äußert sich jenes Bestreben so kräftig, als bei der Berührung von Oxygenium und Kalium. Alle anderen Elementarstoffe besitzen ein um so größeres Bestreben, sich mit dem ersteren, dem Sauerstoffe, zu verbinden, je geringer ihre Zuneigung zum Kalium ist, und eine um so größere Zuneigung zum Kalium, je geringer ihr Bestreben ist, sich mit dem Sauerstoffe zu vereinigen. Ja, auch unter sich vereinigen die übrigen Elementarstoffe sich um so lieber, je mehr das eine in dem Verhalten gegenüber dem Sauerstoffe oder dem Kalium von dem anderen verschieden ist. Hienach beruht das Vereinigungsbestreben oder die „chemische Verwandtschaft (Affinität)" der Stoffe auf einer Verschiedenheit, einem gewissen Gegensatze der Eigenschaften, und man denkt sich diesen Gegensatz als eine Aeußerung der Elektricität in verschiedener Richtung oder als eine Verschiedenheit in der Art der Elektricität. Nach den beiden Elementarstoffen, welche diesen Gegensatz im höchsten Grade äußern, kann man die eine Sauerstoffelektricität und die andere Kaliumelektricität benennen; gebräuchlicher sind indessen die Bezeichnungen: negativ (—) und positiv (+). Man denkt sich nun, daß in jedem Stoffe negative sowohl, als positive Elektricität vorhanden sei, daß sich aber von diesen die erstere dann äußere, wenn der betreffende Stoff in Berührung kommt mit einem andern, welcher noch größeres Vereinigungsbestreben zum Sauerstoffe besitze, als er selbst, während dagegen die positive Elektricität sich äußere, wenn derselbe Stoff in Berührung kommt mit einem solchen, welcher mehr als er selbst, geneigt ist, sich mit Kalium zu verbinden. Ja, man denkt sich, daß eben die Ursache der verschiedenen Grade des Vereinigungsbestrebens der Elementarstoffe gegen den Sauerstoff einerseits und das Kalium andererseits darin beruhe, daß bei den einen die

Sauerstoffelektricität (—), bei den andern die Kaliumelektricität (+) mehr oder minder entschieden vorherrsche. Je größer nun der Gegensatz — die Spannung, wie man sich auszudrücken pflegt — um so gespannter sind die Stoffe, sich mit einander zu vereinigen, in der Art, daß sogar schon gebildete Mischungen, in welchen die Gegensätze (±) sich also ausgeglichen haben, wieder aufgehoben werden können, wenn ein neuer Stoff hinzutritt, welcher zu einem der in die Mischung eingegangenen Stoffe einen entschiedeneren Gegensatz äußert, als der andere Mischungsbestandtheil. So entzieht das Kalium (Ka) dem Wasser (HO) den Sauerstoff (o), weil dasselbe „positiver" ist, als der Wasserstoff (H), und während sich somit Kaliumoxyd oder „Kali" (KaO = $\dot{K}a$) bildet, wird zugleich der Wasserstoff abgeschieden. Folgende Reihenfolge ist die „elektrische Spannungsreihe" genannt worden, weil dieselbe die Grade der Verwandtschaften der Stoffe zu einander bezeichnet. Jeder in dieser Reihenfolge früher genannte Stoff verhält sich zu jedem später folgenden negativ, zu jedem früheren positiv, und der Gegensatz, und somit das Vereinigungsbestreben, ist um so größer, je weiter zwei Stoffe in dieser Reihenfolge von einander entfernt sind.

—O S N Fl Cl Br J Se P As Cr Vn Mo W B C Sb Te Ta
Ti Si H Au Os Jr Pt R Pd Hg Ag Cu U Bi Sn Pb Cd Co
Ni Fe Zn Mn Ce La Di Th Zr Al Y Be Mg Ca Sr Ba Li Na Ka+

Hienach verhält sich also der Schwefel S dem Sauerstoffe O gegenüber positiv, dem Stickstoffe N gegenüber aber negativ; der Stickstoff dem Schwefel gegenüber positiv, dagegen dem Fluor Fl gegenüber negativ u. s. w. Indessen ist zu bemerken, daß je nach dem Temperaturgrade die Elektricitäts- und somit auch die Verwandtschaftsverhältnisse der Elementarstoffe sehr bedeutenden Abänderungen, ja selbst vollkommener Umkehrung unterworfen sind.

Auch die Mischungen verhalten sich ganz ähnlich in einer regelmäßigen Weise zu einander, wie die Elementarstoffe, so nämlich, daß man das Verhalten zweier solcher Mischungen findet, wenn man das Verhalten der Elementarstoffe, — oder bei Mischungen zweiten oder dritten Grades, das Verhalten der Mischungen ersten oder zweiten Grades, — aus welchen sie bestehen, vergleicht; jedoch gilt diese einfache Regel nur bei denjenigen Mischungen, welche aus der gleichen Anzahl von Verhältnißmengen bestehen und auch bei solchen nur bei gleichem Dichtigkeitszustande derselben. Je stärker der Gegensatz zwischen zweien Mischungen ist, um so kräftiger ist ihr Verwandtschaftsbestreben, und eben dieser Umstand ist es, durch welchen wir im Stande sind künstlich die Verbindungen der Mischungen umzuändern, und durch welchen auch die Umänderungen der Mineralsubstanzen in der Natur veranlaßt werden. Bringt man schwefelsaure Kalkerde und kohlensaures Kali mit einander in eine Auflösung, so verläßt die Schwefelsäure die Kalkerde und verbindet sich mit dem Kali, welches in stärkerem Gegensatze zu derselben ist, während die hiedurch vom Kali abgeschiedene Kohlensäure sich mit der Kalkerde verbindet. Das Resultat dieser Wechselverbindung ist schwefelsaures Kali und kohlensaure Kalkerde. Man nennt derartige Vorgänge Wahlverwandtschaftsäußerungen. Die Temperatur, als Bedingung der verschiedenen Dichtigkeitszustände der Stoffe, ist auf dieselben von größtem Einflusse; ebenso erfolgen die Verbindungen und Tren-

nungen an der Oberfläche der Erde unter dem einfachen Drucke der Atmosphäre in ganz anderer Weise, als in der Tiefe des Bodens unter der Pressung überlagernder Gebirgsmassen. Vergeblich versuchte man die Karlsbader Mineralwasser künstlich nachzuahmen, indem man kohlensäurehaltiges Wasser auf den Granit einwirken ließ, aus welchem die dortigen Quellen hervorkommen, während man doch in jenem Granite alle sämmtlichen Bestandtheile der genannten Wasser nachweisen konnte und vermuthen mußte, daß das in den Boden eindringende Regenwasser, welches, wie jedes Regenwasser, Kohlensäure enthält, jene Bestandtheile im Boden aus dem Granite auflöse. Die wichtigen Bestandtheile sind in dem Granite mit Kieselsäure ($\ddot{\mathrm{Si}}$) verbunden, und in diesem Zustande unlöslich für das Wasser, während sie in den Karlsbader Quellen mit Kohlensäure verbunden sind. Die Kohlensäure ist aber unter einfachem Atmosphärendrucke nicht im Stande, der Kieselsäure jene Bestandtheile zu entziehen. In der Tiefe des Bodens wirkt dieselbe freilich unter einer mächtigen Pressung, welche den Druck der Atmosphäre mehrfach übertrifft, auf das Gestein, und als man den Versuch, den Granit mit kohlensäurehaltigem Wasser auszulaugen, in der Weise wiederholte, daß man zugleich eine künstliche Pressung anwandte, welche den Druck der Atmosphäre dreifach überstieg, so gelang derselbe vollkommen; die kieselsauren Alkalien und Erden des Granites wurden in kohlensaure umgewandelt und erschienen als solche im Wasser gelöst. Da nun fast jede Quelle mehr oder weniger reich ist an kohlensauren Erden und Alkalien, und da sehr viele solche Quellen aus einem Boden hervortreten, welcher nicht kohlensaure, sondern kieselsaure Alkalien und Erden enthält, so geht daraus hervor, daß ähnliche Zersetzungen in der Tiefe des Bodens sehr allgemein stattfinden, daß somit in den älteren und tieferen Bodenschichten, welche einer solchen Auslaugung schon viel länger unterworfen waren, als andere, die Kieselsäure immer mehr ihrer Alkalien und Erden beraubt sein muß, während in den neueren und oberen Bodenschichten das Gegentheil der Fall ist, ja hier sogar immerfort neue Verbindungen der Kieselsäure mit Alkalien und Erden entstehen.

Die Massen, aus welchen die Schichten des Bodens bestehen, nennt man *Gebirgsarten* oder Bergarten. Dieselben sind sämmtlich, mit Ausnahme derjenigen, welche das Produkt der Vulkane sind und nur eine verhältnißmäßig sehr beschränkte Ausdehnung zu haben pflegen, einst auf dem Grunde der Gewässer, theils als *vorherrschend chemische Abscheidungen* aufgelöster Substanzen, welche bei der Verdunstung des Wassers oder der darin enthaltenen und die Auflösung bedingenden Kohlensäure in den rigiden Zustand übergingen, theils als *vorherrschend mechanische Anhäufung* von Geschieben, Geröllen, Sandkörnern und Schlammtheilchen entstanden. Nie vielleicht ist eine Gebirgsart *ausschließlich* auf die eine oder andere Weise entstanden. Alle Bodenschichten, welche wir auf dem Festlande antreffen, sind bereits in einem mehr oder weniger veränderten Zustande. Theils waren dieselben, so lange sie unter Wasser lagen, noch in einem höheren Grade mit Wasser durchdrungen, welches bei seiner theilweisen Verdunstung die Substanzen, welche in demselben aufgelöst waren, zurückließ; theils erlitten dieselben, durch die fortwährend zunehmende Mächtigkeit der Ablagerungen, welche schichtenweise sich über ihnen absetzten, schon vor ihrer Emporhebung zum Festlande eine Umänderung. Viele derselben waren einst in eine sehr große Tiefe hinabgesenkt und dort unter

der Ueberlagerung der zahlreichen und mächtigen jüngeren Schichten einer ungeheuren Pressung ausgesetzt. In jeder Lage müssen sich die Elementarstoffe, welche in einer jeden Schicht enthalten sind, in der Weise verbinden, welche der auf sie einwirkenden Pressung und dem Temperaturzustande entspricht. Die Verbindungen aber, welche unter solchen Bedingungen sich bilden, müssen nothwendig nach einer vorgegangenen Veränderung der Lage der betreffenden Schicht und somit unter veränderten Bedingungen, nicht mehr die Nothwendigkeit der Existenz in sich tragen, sondern vielmehr ihrer chemischen und mechanischen Zersetzung entgegengehen. Ebenso müssen diejenigen Substanzen, welche in den Gebirgsarten in einer gehobenen Lage, bei geringerer Pressung und bei den dieser entsprechenden Temperaturgraden sich bildeten, die Bedingungen ihrer Existenz einbüßen und somit der Veränderung und Zerstörung entgegengehen und ihre Mischungsbestandtheile neuen Affinitätsäußerungen darbieten, wenn die Bodenschicht, in welcher sie liegen, unter die Tiefe des Meeres hinabgesenkt und dort im Laufe der Jahrtausende mit immer mächtigeren Ablagerungen bedeckt wurde. In Folge dessen sehen wir einestheils die in den Gebirgsarten enthaltenen Mineralien ihre Mischung fortwährend verändern, andererseits nehmen wir vielfache Beweise an ihnen wahr, welche uns von früher mit diesen Mineralmassen unter Bedingungen, welche wir nicht kennen, vorgegangenen Veränderungen Kunde geben, oder uns solche wenigstens ahnen lassen; eine Erscheinung, welche so allgemein ist, daß man aus diesem Grunde bei der genaueren chemischen Untersuchung der Mineralien bei weitem in den meisten Fällen nicht mehr qualitativ und besonders quantitativ genau dasjenige Mischungsverhältniß der Elementarstoffe findet, welches man als die eigentliche Substanz der Xllform ansehen darf, in welcher sich das Mineral darstellt. In sehr vielen Fällen hält es außerordentlich schwer, die vollkommen unveränderte Substanz nur in der geringen, zu einer genauen Untersuchung erforderlichen Menge zu erhalten. Nur die reinsten, mit vollkommen glänzenden Flächen versehenen Xlle geben wenigstens die Hoffnung, die ursprüngliche Substanz in ihnen anzutreffen. Bei nicht wenigen Mineralien aber findet man die Mischung so vielfach abgeändert, daß fast jede Untersuchung ein anderes abweichendes Resultat ergibt und nie ein solches, welches die gefundenen Elementarstoffe in derartigen Verhältnissen nachwiese, daß man einen bestimmten Schluß auf die Verbindungsweise derselben machen und eine chemische Formel für ihre Substanz aufstellen könnte. Unter den in der Xllologie angeführten Mineralien sind mannigfache Beweise dieses Mangels. — Man hat, nach vielen Erfahrungen, Ursache, anzunehmen, daß bei den meisten Mineralien die Umänderung schon sehr weit vorgeschritten sein muß, bevor das äußere Aussehen und das physikalische Verhalten des Minerals dieselbe verräth. Eine Umfärbung, hervorgerufen durch eine Oxydation oder auch im Gegentheile durch einen Sauerstoffverlust gewisser Mischungsbestandtheile, welche in ihren verschiedenen Oxydationsstufen verschiedenartig gefärbt sind, eine geringere oder bedeutendere Verminderung der Pellucidität sind die ersten Anzeichen, welche unsere Aufmerksamkeit auf die geschehene Veränderung hinlenken. Eine Verminderung des Härtegrades, eine abweichende Art des Bruches, verringerte Dichtigkeit, dieses sind entschiedenere Beweise. Endlich sieht man deutliche Spuren veränderten Gefüges und erkennt oft schon mit bloßen Augen xllinische Neubildungen in der alten, längst ihrer Selbstständigkeit beraubten Masse. Die sichersten Dokumente vor-

gegangener Umwandlungen sind diejenigen Körper, welche man Truggestalten, Afterxlle oder Pseudomorphosen nennt, nämlich Mineralkörper, die in Xllformen erscheinen, welche sie ihrer Substanz nach nicht selber erzeugt haben können. Der Zustand der Substanz, welche in der fremden Xllform gefunden wird, läßt meistens bei genauerer Untersuchung mit Leichtigkeit erkennen, daß man es nicht etwa mit einem Dimorphismus zu thun habe. Kleinkörnige oder faserige oder erdig zerreibliche, mitunter selbst amorphe Masse zeigt sich nur äußerlich von den fremden Xllflächen umgrenzt. Die Spaltbarkeit, welche einem wirklichen Xlle eigenthümlich sein würde, mangelt oder stimmt wenigstens nicht mit der vorliegenden Xllform überein, indem ihre Richtungen mit dieser nicht combinationsfähig sind. Eine jede Pseudomorphose sagt uns, daß früher diejenige Substanz vorhanden war, welcher die Xllform angehört, während gegenwärtig und offenbar in Folge geschehener Umwandlung diejenige Substanz vorhanden ist, welche die chemische Untersuchung der Pseudomorphose erweist. Den Gang der geschehenen Veränderung nachzuweisen und die Bedingungen aufzufinden, unter deren Einfluß dieselben geschehen sind, dieses ist die, bis jetzt freilich noch sehr mißliche, Aufgabe der geologischen Forschung. Mitunter ist die Mischung der Substanz der Pseudomorphosen mehr oder weniger ähnlich derjenigen Substanz, auf welche die Xllform hindeutet, wie z. B. bei der Pseudomorphose von Brauneisenstein (= Eisenoxydhydrat: $\ddot{Fe}^2\,\dot{H}^3$) nach Eisenspath (= kohlensaurem Eisenoxydul: $\dot{Fe}\,\ddot{C}$), und man wird in solchen Fällen durch die Vergleichung der Mischungen beider Substanzen zu Vermuthungen über den Gang der geschehenen Umwandlung geführt. Allein nicht allemal findet ein solcher Zusammenhang statt, wodurch dann die Benutzung solcher Vorkommnisse zur Enträthselung der Bildungsschichte einer Gebirgsart außerordentlich erschwert werden muß. Was den Pseudomorphosen übrigens in dieser Hinsicht eine so unvergleichliche Wichtigkeit gibt, das ist der Umstand, daß die Umänderung der einwirkenden Bedingungen, von welcher die Pseudomorphose Kunde zu geben vermag, auch bei den übrigen Mineralmassen der Bodenschicht, in welcher die Pseudomorphose angetroffen wird, vermuthet werden darf, und daß somit auch diese in Betreff ihrer Entstehung auf etwaige analoge Veränderungen, durch welche sie aus anderen Mineralien entstanden sein könnten, geprüft werden müssen. Mitunter liegen solche Uebereinstimmungen auf der Hand. Wenn wir in einer Bodenschicht, aus Brauneisenstein bestehend, diese Substanz hie und da in der leicht erkennbaren Xllform des Eisenspathes antreffen, so läßt uns diese Pseudomorphose von Eisenoxydhydrat nach kohlensaurem Eisenoxydul nicht allein für die einzelnen deutlichen Xllformen, sondern für die ganze, aus Brauneisenstein bestehende Bodenschicht vermuthen, daß dieselbe aus Eisenspath entstanden sei, ganz wie wir noch täglich den Eisenspath unter unsern Augen unter Aufnahme von Sauerstoff und Wasser seine Kohlensäure verlieren und somit in Brauneisenstein übergehen sehen. Finden wir aber eine Bodenschicht aus Eisenglanz (= xllinischem Eisenoxyde: $\ddot{Fe}$) oder aus Rotheisenstein (amorphem Eisenoxyde) bestehend, und in dieser Pseudomorphosen von Eisenoxyd nach Eisenspath, während wir doch durch die Erfahrungen der Chemie wissen, daß Eisenspath nicht unmittelbar in Eisenoxyd übergehen kann, finden wir ferner in anderen Fällen Pseudomorphosen von Eisenoxyd nach Brauneisenstein, und sehen wir unter unsern Augen nicht selten Brauneisenstein durch einfachen Verlust seines

Wassergehaltes (an der Oberfläche der Erde nur unter dem Einflusse der Glühhitze) in Eisenoxyd übergehen, so liegt es nahe, zu vermuthen, daß auch die Pseudomorphose von Eisenoxyd nach Eisenspath nicht unvermittelt geschehen, sondern vielmehr durch die Umwandlung des Eisenspathes in Brauneisenstein vermittelt worden sei. Erstere Umwandlung, die des Eisenspathes in Brauneisenstein, sehen wir theils unter der Einwirkung der Atmosphäre, theils unter der Einwirkung des die Bodenschichten durchdringenden Wassers vor sich gehen. Die Umwandlung des Brauneisensteins in Eisenoxyd scheint dagegen in der Tiefe und unter der Pressung mächtiger Ueberlagerungsmassen vorgegangen zu sein. In ersteren Verhältnissen, den Einwirkungen der Atmosphärilien ausgesetzt, bilden sich Mischungen, welche an Sauerstoff und an anderen elektronegativen Elementarstoffen reicher sind, während in letzteren Verhältnissen die Mischungen jene elektronegativen Bestandtheile zu verlieren scheinen. Denn stets sehen wir in denjenigen Gebirgsarten, von denen es durch ihre jetzige Lagerungsweise sehr wahrscheinlich oder gewiß ist, daß sie sich einst in solchen Verhältnissen befunden haben, die elektropositiveren Elementarstoffe und Mischungen, welche an elektronegativeren Elementarstoffen arm sind, vorherrschen, wenn gleich sich stets zahlreiche Spuren einer in ihrer jetzigen erhobeneren Lage sogleich wieder eingetretenen und noch immer zunehmenden Umänderung der Mischungen durch Hinzutritt von Sauerstoff und anderen elektronegativeren Elementarstoffen entdecken lassen. Die Pseudomorphosen kann man von diesem Gesichtspunkte aus, je nachdem die pseudomorphe Substanz in elektropositiverer oder in elektronegativerer Richtung von derjenigen Substanz abweicht, welcher die Xllform angehört, in zwei Abtheilungen bringen, deren erstere man Katogenieen nennt, während letztere Anogenieen heißen. *

Eine andere Art von Pseudomorphosen, ebenfalls sehr interessant, bilden die Petrefakte (Versteinerungen), welche nicht mehr aus derjenigen Substanz bestehen, aus welcher dieselben ohne Zweifel einst bestanden haben: Muschel- und Schneckenschalen, welche nicht mehr aus organischer Substanz mit kohlensaurem Kalke innig gemengt, sondern bloß aus Kalkspath oder selbst aus ganz anderen Mineralsubstanzen bestehen. Auch hier liegt die geschehene Umwandlung klar vor Augen, und dergleichen Versteinerungen haben um so größeres Interesse, als dieselbe Substanz, welche in der organischen Form gefunden wird, nicht selten auch anderweitig einen Bestandtheil der Gebirgsart bildet, in welcher sie vorkommen.

Nicht bloß die in äußerlich ausgebildeten Xllformen erscheinenden Mineralien erleiden eine vielfache Umwandlung in den Gebirgsarten, sondern auch die regellos zusammengehäuften Fragmente. Vergleicht man Schichten von irgend welchem Materiale, welche sich neuerdings im Meere abgesetzt haben, mit analogen Schichten der jüngeren Tertiärformationen, der älteren Tertiärformation, der jüngeren Sekundärformationen und der älteren Sekundärformationen, so findet man zwar zwischen den betreffenden Schichten je zweier dem Alter nach sich zunächst stehender Formationen eine große Aehnlichkeit und nur geringe, kaum durch eine Beschreibung

* Diese Benennungen sind deßhalb gewählt, weil man in der Physik denjenigen Pol des elektrischen Zersetzungsapparates, an welchem sich die elektronegativen Elementarstoffe sammeln (den Zinkpol), die Anode, den entgegengesetzten (Kupferpol) die Katode genannt hat. Uebrigens bedeutet Katogenie so viel als in der Tieflage erzeugte, Anogenie in der Oberflächenlage erzeugte Substanz.

auszudrückende Unterschiede, so daß man nicht zweifeln kann, es seien diese Schichten alle von gleichartiger Entstehung. Allein vergleicht man, ohne Zwischenstellung derjenigen von mittlerem Alter die jüngsten mit den ältesten, so ergibt sich die auffallendste Verschiedenheit. Während in den jüngsten bloß mechanisch zusammengehäufte Theilchen des Materiales so sehr vorherrschen, daß man die wenigen chemisch abgeschiedenen zwischen denselben ganz übersieht, nehmen mit höherem Alter mehr und mehr die letzteren zu und nehmen in den älteren Schichten so sehr überhand, daß man fast versucht wäre, die ganze Gebirgsart für eine xllinische Abscheidung aus einer gemeinsamen Auflösung oder aus einem Schmelzflusse zu halten. In der That suchten diejenigen Geologen, welche man Neptunisten nennt, ehedem die Entstehung solcher Gebirgsarten auf erstere Weise zu erklären, während die sogenannten Vulkanisten oder Plutonisten annahmen, alle solche Gebirgsarten seien einst als Laven aus (erdichteten) Vulkanen geflossen oder gar, es sei einst die ganze Erde ein „gigantischer Lavatropfen" gewesen — Fabeln, welche nur wegen ihrer gerade aus der Mährchenhaftigkeit hervorgegangenen Verbreitung im unwissenschaftlichen Publikum einer Erwähnung verdienen. So wenig der ungeheuren Masse des Erdballes gegenüber die durchaus nicht absolute Rigidität der Substanzen, aus welchen derselbe besteht, ein Hinderniß abgeben könnte, um dessentwillen man zur Erklärung der rotationssphäroidischen Form desselben einen früheren Flüssigkeitszustand der ganzen Erdmasse annehmen müßte, eben so wenig liegt in der Rigidität der Substanzen ein Hinderniß, daß ihre Massentheilchen sich in jedem Lagerungsverhältnisse den Pressungs- und Temperaturgraden der Schicht, in welcher sie sich befinden, entsprechend gruppiren und verbinden. Die Lage der Xllaxen einer xllisirenden Substanz ist allemal dem Temperaturgrade entsprechend, bei welchem die Xllisation vor sich ging. Bei Veränderung dieser Temperatur treten, wo nicht chemische Veränderungen durch Umänderung der Affinitäten vorgehen, doch andere Xllaxen auf, und unter Aufhebung der früheren Kohäsionsrichtungen stellen sich neue Richtungen ein. So findet man das Steinsalz in den Bodenschichten nicht mehr, wie es aus dem Wasser sich absetzt, als Anhäufung kleinkörniger Xllindividuen, welche obendrein stets eine geringe Menge von Wasser enthalten, sondern in völlig wasserfreien, sehr großkörnigen, in großen Partieen ununterbrochen xllinisch spaltbaren Massen. Ebenso unterscheiden sich die neuerlich aus dem Wasser abgesetzten und meistens an organischen Ueberresten reichen Sedimente, welche vorherrschend aus kohlensaurem Kalke bestehen, von dem deutlich xllinischkörnigen Marmor. Chemische Prozesse, Scheidungen und Verbindungen, theilweise Auflösungen und wieder erfolgte Abscheidungen befördern dergleichen Umgruppirungen in hohem Grade. Man erkennt dieses an den kleinkörnigen Eisxllmassen, welche als Schnee in den Hochgebirgen sich anhäufen, allmählig in den tieferen Lagen unter fortwährender theilweiser Schmelzung durch die Sonnenwärme und neuer Xllisation (Gefrierung) der abwärts sickernden Tröpfchen erst in unregelmäßig körnigen Firn und endlich in das in großen Massen zusammenxllisirte Gletschereis übergehen.

Den Beweis, daß nur die veränderten Verhältnisse der Lagerungsweise, welchen die Bodenschichten im Laufe der Zeiten unterworfen gewesen sind, als Ursache des jetzigen Abweichens der älteren Formationen von der Beschaffenheit der jüngeren betrachtet werden müssen, dürfte ziemlich evident der Umstand liefern, daß in ein-

zelnen Gegenden, wo ältere Formationen allem Anscheine nach solchen Veränderungen nicht unterworfen waren, die Schichten, welche diesen älteren Formationen angehören, sich noch heute in einem Zustande befinden, welcher die Verwechslung jener Schichten mit solchen der jüngsten Formationen so lange möglich machte, bis daß man durch die darin vorkommenden fossilen Ueberreste über das wahre Alter jener Schichten belehrt wurde.

Je nach dem Vorherrschen der einen oder anderen Mineralsubstanz benennt man die Gebirgsarten, indem man zugleich auf den mit ihrer Bildung in nächster Beziehung stehenden Zustand und die Vereinigungsweise der Gemengtheile Rücksicht nimmt. Die Substanzen, welche am gewöhnlichsten als vorherrschende Gemengtheile in Gebirgsarten angetroffen werden, sind Quarz, Feldspath, Glimmer, Augit (Pyroxen), Hornblende (Amphibol), Kalkspath, Braunspath, Gyps, Anhydrit. Folgende Gemenge sind die wichtigsten, welche vorkommen und ihrer Häufigkeit und Verbreitung wegen mit besonderen Namen belegt sind.

I. Vulkanische Gebirgsarten.

Die durch Vulkane ausgeworfenen Massen heißen im Allgemeinen, wenn sie geschmolzen flüssig waren, Laven, brockenförmige Massen Rapilli, staubartig feine vulkanische Aschen. Diese sämmtlichen „Eruptivmassen" können aus den verschiedensten Mineralsubstanzen bestehen. Da sie in geglühtem Zustande ausgeworfen werden, so haben sie eine ganz besondere Neigung, unter dem Einflusse des Wassers theilweise Auflösung und in Folge dessen mannigfache chemische Umänderung und Neubildung ihrer Substanzen zu erleiden. Wenige vulkanische Gebirgsarten haben durch allgemeineres Vorkommen in der Umgebung thätiger oder erloschener Vulkane eine hervorragende Wichtigkeit.

Leucomelan. Viele Laven der jetzt aktiven Vulkane bestehen aus einem Gemenge von Augit- und Leucitxllen; mitunter ist das Gemenge so innig, daß man die xllinischen Körnchen beider Gemengtheile nicht deutlich erkennen kann.

Trachyt. Feldspathgestein, welches als Lava aus Vulkanen erumpirt ist und dessen Feldspathxlle daher wie geglüht, glasig rissig aussehen. Sind größere Feldspathxlle von einer dichten undeutlichen Grundmasse umschlossen, so heißt das Gestein Trachytporphyr. Besonders häufig als Produkt erloschener Vulkane in Verbindung mit Schichten der Tertiärformation. Jedoch sind auch manche Laven der jetzt noch thätigen Vulkane Trachyte.

Obsidian ist amorphe Feldspathmasse, aus welcher manche Lavaströme bestehen. Ist der Obsidian durch Wasserdämpfe schwammig schlackig gebläht, so heißt derselbe Bimstein.

Phonolith. Durch Aufnahme von Wasser in die Feldspathsubstanz seiner Grundmasse verwandelt sich der Trachyt in Phonolith oder Klingstein, dessen Grundmasse ein inniges Gemenge von Natrolith oder einer ähnlichen Substanz (Zeolith) mit mehr oder weniger glasigem Feldspath ist. Häufig sind größere Feldspathxlle darin: Phonolithporphyr. —

Basalt. Ein mehr oder weniger inniges Gemenge von Augit und Labradorit nebst Natrolith oder einer ähnlichen Substanz (Zeolith), aus welchem nicht nur

die Felsmassen einer großen Menge erloschener Vulkane bestehen, sondern auch an den gegenwärtig thätigen Vulkanen finden sich einzelne basaltische Lavaströme. Der Basalt, so wie er jetzt ist, dürfte freilich schwerlich schlechthin als Lava zu betrachten sein; vielmehr ist es sehr wahrscheinlich, daß derselbe spätere Umwandlungen erlitt, ähnlich denjenigen, welche aus den Trachyten die Phonolithe bildeten. Die blasig schwammig durch entweichende Wasserdämpfe aufgetriebenen Basaltlaven zeigen die Spuren der Umwandlungsprozesse besonders deutlich, indem die Blasenräume derselben sich mit den mannigfaltigsten hineinfiltrirten Mineralsubstanzen, oft in den schönsten Xllisationen, ausgefüllt haben: Basaltmandelsteine. Ein durch sein häufiges Vorkommen im Basalte für diese Gebirgsart charakteristisches Mineral ist der Chrysolith (Olivin).

Dolerit. Eine dem Basalt in jeder Beziehung zunächst verwandte Gebirgsart, aus vorherrschendem Augit mit Feldspath- oder Labradoritsubstanz und außerdem meistens mit mehr oder weniger Eisenspath innig gemengt.

---

2. Rein sedimentäre (sowie sie jetzt sind unter dem Einflusse des Wassers abgelagerte) **Gebirgsarten.**

Ablagerungen von lockeren eckigen, größeren oder kleineren Fragmenten irgend welcher Gesteine nennt man Schutte und Gruse. Dieselben können, außer der größten Verschiedenheit des Kalibers der einzelnen Fragmente, besonders durch das Material, woraus sie bestehen, zahllose Abänderungen zeigen. Man benennt sie nach dem vorwaltenden Materiale. Besonders häufig sind: Granitgrus, Syenitgrus, Porphyrgrus, Mergelgrus, Travertingrus, Kalksteingrus, Schlackengrus und Bimsteingrus. Alle diese Gebirgsarten sind am Fuße und in den Thälern der Gebirge vorzugsweise häufig (Schuttmoränen der Gletscher) und entstehen noch fortwährend die meisten durch die Verwitterung (Seite 20). Der Schlacken- und Bimsteingrus ist vulkanischen Ursprungs und in der Nähe der Vulkane, z. B. im südlichen Italien und auf Sicilien, sehr verbreitet (Seite 48). Oft ist derselbe durch die Meereswellen ausgebreitet und geschichtet. — Quaternäre und pliocen-tertiäre Formation. — Uebergang in Breccien.

Ablagerungen von lockeren abgerundeten Stücken irgend welcher Gesteine nennt man Schotter und Grande. Verschiedenheiten nach Kaliber und Material wie bei den Schutten und Grusen. Die Schotter und Grande sind mehr oder weniger weit durch das Wasser transportirt, und die Stücke — Geschiebe — dabei ihrer Ecken beraubt. — Quaternäre und tertiäre Formationen. — Uebergang in Conglomerate.

Ablagerungen verschieden feiner eckiger oder abgerundeter Körner der verschiedensten Mineralien nennt man gröbere oder feinere Sande. Besonders bemerkenswerth sind Quarzsand, vorherrschend aus Quarzkörnern bestehend, welcher bald „eisenschüssig“ (durch Eisenoxydhydrat gelb oder durch Eisenoxydulsilikat grün gefärbt), bald lehmig, bald eisenkörnig (Eisenerzkörner enthaltend), platinkörnig, goldkörnig, granat-, demant-, zirkonkörnig („Edelsand“), glimmerig, augitisch u. s. w. sein kann;

Kalksand, Muschelsand und Korallensand aus abgerundeten Bruchstückchen von Muschel- und Schneckenschalen und Gehäusen anderer Meerthiere bestehend;

Dolomitsand; Lavensand. Die Sande sind feiner zertrümmerte und zerriebene Gruse und Grande. — Quaternäre, tertiäre und jüngste sekundäre Formationen. — Uebergang in Sandsteine.

Ablagerungen von staubartig feinen, meist unerkennbaren, mit Wasser einen knetbaren Teig bildenden Theilchen verschiedener Mineralien nennt man bei vorwaltenden Sandkörnchen Lehme, bei vorwaltenden zerriebenen und zersetzten Feldspath- und Glimmertheilchen Thone, bei stark beigemengtem kohlensauren Kalke Mergel. Die Zwischenstufen werden durch Zusammensetzung dieser Benennungen bezeichnet. Die Lehme, Thone und Mergel sind meistens als Schlamm von den Gewässern abgesetzt. Kohlenwasserstoffverbindungen, sogenannte Bitume, wie Erdöl, Erdtheer, Erdpech (Asphalt), von der Fäulniß thierischer und pflanzlicher Substanzen herrührend, färben diese Ablagerungen meistens mehr oder weniger grau oder schwarz. Der Kaolin oder Porzellanthon, welcher nur aus kieselsaurer Thonerde besteht und welcher mehr oder weniger die feinste Grundmasse aller Thone zu bilden scheint, entsteht unmittelbar durch Zersetzung der Feldspathe, wie dieses nicht wenige Lager von Porzellanthon auf Gebirgsarten, welche aus Feldspathen bestehen, durch die in ihnen vorkommenden Pseudomorphosen von Kaolin nach Feldspath beweisen. — Quaternäre, tertiäre, jüngste sekundäre Formationen. In den tertiären und älteren derartigen Ablagerungen erkennt man bereits mancherlei verschiedene Mineralsubstanzen, welche sich durch Vereinigung gleichartiger Theilchen xllinisch ausgeschieden haben, besonders Strahlkies (Fig. 1108), Schwerspath, Cölestin, Gyps, Schwefel, Kalkspath, Braunspath, Eisenspath, Vivianit, Quarz, Glimmer, Chlorit, Talk. — Uebergang in Lehmstein, Thonstein, Mergelstein.



Fig. 1108. Eine sogenannte Niere von Strahlkies aus tertiärem Thone.

Ablagerungen, in welchen theils unerkennbar feine xllinische, sogenannte erdige, theils von abgestorbenen Thieren herrührende und noch die Form von Organen derselben bewahrende Kalkspathsubstanz (kohlensaurer Kalk) vorherrscht, und welche meistens gleich von vorn herein eine ziemliche Härte zu besitzen pflegen, auf dem Bruche aber erdig erscheinen, heißen erdige Kalkgesteine. Dieselben sind theils mit Thon gemengt, theils braunspathhaltig, theils eisenspathhaltig, häufig auch erfüllt mit mikroskopischen Kieselzellen von Algen (Seite 600), welche aus amorpher (opalartiger) Kieselerde bestehen. Durch geringere oder größere Menge von faulenden organischen Substanzen und Bitumen findet man sie sehr häufig bituminös oder stinkend. Dieselben haben sich mehr oder weniger durch Schlamm verunreinigt, auf dem Grunde von Gewässern abgesetzt. Je mehr chemisch aus dem Wasser abgeschiedene Kalkspathsubstanz vorwaltet, um so dichter und fester erscheint die Masse. Man unterscheidet Tuffkalk oder Travertin, welcher oft sehr voll unregelmäßiger Höhlungen und Löcher, theils von Hohlräumen, welche von verwesten Pflanzen herrühren, durchzogen ist. Sprudelkalk, von Quellen abgesetzt und meistens sehr dicht und im Bruche splitterig. Zu diesen gehört auch der Erbsenstein, welcher sich dadurch bildet, daß der in warmen Quellen sich abscheidende kohlensaure Kalk Sandkörnchen oder kleine Luftblasen umhüllt und dann durch krustenweisen Ansatz sich verdickt, bis die kleinen Kugeln durch ihre Schwere zur Ruhe gelangen und durch den zwischen ihnen sich absetzenden Kalk zusammengekittet werden. Der Conchylienkalk besteht großentheils

aus Muscheln und Schnecken, der Korallenkalk aus zusammengehäuften Bruchstücken von Korallen, mitunter theilweise aus ganzen Korallenriffen (Seite 553). Der Kreidekalk ist großentheils aus mikroskopischen Gehäusen von Foraminiferen (Seite 556) mit vielen Kieselalgenzellen, der poröse und daher Wasser einsaugende Saugkalk fast vorwaltend aus letzteren gebildet. Man benennt die verschiedenen erdigen Kalkgesteine übrigens auch nach den Vermuthungen oder Beweisen, welche man über die Art der Gewässer haben darf, unter deren Mitwirkung sie vorzugsweise gebildet sind, als Sumpfkalk, Quellenkalk, Süßwasserkalk, Meereskalk. — Quaternäre, tertiäre und jüngste sekundäre Formationen. — Uebergänge in dichten Kalkstein.

Kalkgesteine, in welchen kohlensaure Talkerde (Bittererde, Magnesia) in erheblicher Menge vorhanden ist, heißen Bitterkalksteine; solche, in welchen kohlensaures Eisenoxydul oder Manganoxydul einen wesentlichen Gemengtheil bildet, Eisenkalksteine und Mangankalksteine (Braunkalk, Eisenbraunkalk).

---

3. Halbmetamorphische Gebirgsarten (d. h. Gebirgsarten von vorherrschend sedimentärem Charakter, in denen jedoch bereits manche zuverlässige Spuren geschehener chemischer Umwandlungen und Neubildungen bemerkbar sind).

Ablagerung von Schutten und Grusen, deren Material nicht bloß locker zusammengehäuft, sondern durch irgend ein Bindemittel zu einer festen Masse verbunden ist, heißen Breccien, Breschen oder Trümmergesteine. Dieselben sind dem Hauptmateriale nach eben so mannigfaltig, wie die Schutte und Gruse. Außerdem aber unterscheiden sie sich noch nach dem Bindemittel, durch welches die Fragmente verkittet sind. Dieses ist bald vorwaltend kohlensaure Kalkerde, Kalkspath oder Bitterkalk (Braunspath), oder Eisenspath oder Eisenkalk, Braunkalk, Eisenbraunkalk, bald vorzugsweise Kieselerde (Quarz, mitunter Opal), bald ein mehr oder minder kalk- oder kieselerdehaltiger Thon. Von Wichtigkeit ist der Unterschied, welcher darin beruht, daß bald das Bindemittel in die Zwischenräume der Fragmente des Schuttes oder Gruses hineinfiltrirt ist, in welchem Falle dasselbe mit dem Materiale der Fragmente in gar keiner Verwandtschaft und Beziehung steht, bald dagegen ein Zersetzungs- und Abscheidungsprodukt des Materiales eines mehr oder minder großen Theiles der Fragmente selbst, als Bindemittel auftritt. Klüfte und größere Hohlräume der Breccien sind nicht selten mit denselben Substanzen, welche das Bindemittel bilden, ausgefüllt und pflegen dann hier auf Adern oder Gängen und in Drusen, besonders wo die Ausfüllung keine vollständige ist, ihre Xllformen zu zeigen. In den jüngsten Formationen finden sich die scharfeckigsten Breccien, während in den älteren die Fragmente meistens unbestimmter in das Bindemittel gleichsam verflossen sind und wie in dieselben eingeschmolzen aussehen. Während in den jüngsten Formationen mitunter ausschließlich infiltrirtes Bindemittel vorhanden ist, zeigt sich in den älteren mehr und mehr aus den Fragmenten selbst ausgeschiedenes Bindemittel jenem beigesellt, und eine Menge von Mineralsubstanzen ist durch die chemische Vereinigung von infiltrirten Bestandtheilen des Bindemittels mit anderen, aus dem Materiale der Fragmente ausgeschiedenen in den Zwischenräumen der Fragmente neugebildet und auf Gängen und Drusen auskrystallisirt. — Uebergang in völlig xllinische Gesteine.

Ablagerungen von Schottern und Granden, deren Geschiebe durch irgend ein Bindemittel verkittet sind, heißen Conglomerate. Dieselben sind so mannigfaltig, als die Breccien, und noch weit häufiger und verbreiteter als letztere. Dieselben Verhältnisse, welche bei jenen erwähnt wurden, zwischen dem Bindemittel und den Geschieben, finden auch hier statt. Einige der wichtigeren Varietäten verdienen besonderer Erwähnung.

Bimsteinconglomerat, oft Bimsteinbreccie. Theils abgerundete, theils eckige Bimsteinstücke, verbunden durch Lehm oder „Lös" (rheinländischer Provincialismus). Der Bimstein ist amorphe Feldspathsubstanz (Obsidian), welche als geschmolzene Lava aus Vulkanen hervorgebrochen und ins Wasser geflossen, durch die Wasserdämpfe aufgebläht und schwammig porös erstarrt ist. In den Rheinlanden ist Bimsteinconglomerat, auch wohl Bimsteintuff genannt, sehr häufig und wird als Baustein benutzt.

Leucomelanconglomerat (Laventuff, Peperin u. s. w.). Stücke von Leucomelanlava, aus Leucit und Augit bestehend und viele Xlle dieser beiden Substanzen enthaltend, sind durch eine feinere thonartige Masse verkittet. Erstere sind als Rapilli von Vulkanen ausgeworfen, das Bindemittel als staubartige sogenannte Asche. Beide sind unter dem Einflusse des Wassers geschichtet und zusammengeschwemmt. Nicht allein Bruchstücke vieler anderer Gebirgsarten pflegen in diesem Conglomerate mit vorzukommen, sondern es zeigt sich in demselben auch eine ziemliche Anzahl von Mineralsubstanzen, welche erst nachträglich in dem Bindemittel als chemische Neubildungen entstanden sind. In der Nähe mehrerer der wichtigsten noch jetzt thätigen Vulkane.

Basaltconglomerat (Basalttuff). Stücke von Basalt, aus Augit und Labradorit bestehend, durch Basaltsand und völlig feinzerriebene, thonige Basaltmasse verkittet. Vorzugsweise in Verbindung mit den tertiären Formationen in der Umgebung ehemaliger, theilweise auch in der Nähe noch jetzt thätiger Vulkane.

Trachytconglomerat (Trachyttuff). Stücke von Trachyt, vorzugsweise aus Orthoklasfeldspath bestehend, durch thonige Massen zerriebenen Trachytes verbunden. In der Nähe thätiger und erloschener Vulkane (Traß oder Terraß der Rheinlande), vorzugsweise in Verbindung mit den tertiären Formationen.

Phonolithconglomerat (Phonolithtuff). Stücke von Phonolith (Klingstein), aus Orthoklasfeldspath und Natrolith bestehend. Wie die vorigen.

Kalkconglomerat, oft Muschelconglomerat (Conchylienbreccie) und Korallenconglomerat oder Knochenconglomerat (Knochenbreccie). Letzteres nur in den neuesten Formationen, erstere dagegen sehr häufig auch in den sekundären und hie und da selbst noch in den primären Formationen. Das Bindemittel kann sehr verschiedener Art sein.

Kieselconglomerat. Stücke von Quarz und andern unreineren vorwaltend aus Kieselerde bestehenden Massen durch kieseliges Bindemittel (Quarz, thonigen Quarz, Opal, Chalcedon u. s. w.) verbunden. Hieher gehören auch die sogenannten Puddingsteine. In allen normalen Formationen, vorzugsweise in den älteren, besonders ausgezeichnet in der Kupferschieferformation, wo Kieselconglomerate das sogenannte rothe und graue Todtliegende (d. h. die an Metallerzen armen oder gänzlich leeren Schichten unter dem innig mit Kupferkies und Kupferglanz gemengten Kupferschiefer) bilden. Gewisse Kieselconglomerate, welche besonders

ausgezeichnet in der mittleren Tertiärformation der Schweiz vorkommen, heißen Nagelfluh (d. i. Nagelfels), weil einzelne größere Blöcke an den Felswänden dieser übrigens außerordentlich mannigfaltigen Gebirgsart aus der Ferne wie die Köpfe in eine Wand geschlagener Nägel aussehen. — Uebergänge in Quarzfels u. s. w.

Grauwacke. Geschiebe und Bruchstücke der mannigfachsten Mineralien und Gebirgsarten durch ein verhärtetes, fast vorherrschend kieseliges, thonartiges Bindemittel verkittet. Die Fragmente sind nicht selten in die Masse des Bindemittels gleichsam verflößt, nicht durch scharfe Grenzen von einander geschieden. Viele neue Mineralsubstanzen haben sich in der Masse gebildet. Drusen und Gänge sind mit mannigfaltigen Mineralsubstanzen, besonders häufig und massenhaft mit Quarz, ausgefüllt. Uebergänge in völlig xllinische Mineralgemenge. Die Grauwacken kommen vorzugsweise in den primären Formationen vor; daß dieselben als metamorphosirte Schotter- und Grandablagerungen zu betrachten seien, dafür möchte besonders deutlich der Umstand sprechen, daß völlig gleichalterige Schichten in einem Theile Rußlands noch jetzt in einem solchen Zustande sind, daß man dieselben, bevor man durch die in ihnen vorkommenden Petrefakte belehrt war, für neutertiäre Ablagerungen halten konnte.

Ablagerungen von gröberen und feineren Sanden, deren Sandkörner durch irgend ein Bindemittel verbunden sind, heißen Sandsteine. Dieselben sind einestheils je nach der Natur des so verfesteten Sandes, anderntheils nach der Art des Bindemittels äußerst mannigfaltig verschieden. Besonders nach dem Bindemittel unterscheidet man kieselige (quarzige, chalcedonige u. s. w.), thonige, mergelige, kalkige Sandsteine. Die tertiären Sandsteine haben meistens durchaus das Ansehen vorherrschend mechanischer Sedimente. Einerseits durch die große Menge der ursprünglichen Gemengtheile, andererseits die Mannigfaltigkeit der Substanzen, welche durch die Gewässer aus einer Schicht des Bodens in die andere infiltrirt werden, ist die Bildung der verschiedensten Mineralsubstanzen in Sandsteinen möglich, und schon die Sandsteine der Triasformation, noch mehr aber diejenigen der älteren sekundären und der primären Formationen sind reich an solchen, welche allem Anscheine nach nicht als Bruchstücke ursprünglich dem Sandsteine beigemengt gewesen, sondern neu in demselben entstanden sind. Die älteren Sandsteine nehmen hiedurch allmählig einen ganz abweichenden Charakter an, indem sie, außer der Schichtung, oft kaum noch Spuren ihrer sedimentären Entstehung verrathen. Sandstein aus Quarzkörnern mit kieseligem Bindemittel geht völlig in Quarzfels über; man findet derartige Quarzfelsmassen vereinzelt schon in den tertiären Ablagerungen (Quarzfritten); in älteren Formationen treten dieselben in großer Ausdehnung auf.

Ablagerungen von Lehm, Thon und Mergel, welche entweder durch Erhärtung und Xllisation des beigemengten kohlensauren Kalkes, oder durch Kieselerde, sei dieselbe infiltrirt, oder durch Zersetzung der staubartig feinen Mineraltheilchen chemisch abgeschieden, oder durch andere neugebildete, oft durchaus nicht näher bestimmbare Mineralsubstanzen die Eigenschaft, mit Wasser einen knetbaren Teig zu bilden, eingebüßt haben, verdienen im Allgemeinen die Benennung Lehmstein (gewöhnlich „sandiger Thonstein"), Thonstein, Mergelstein. Dieselben bilden entweder Massen, in welchen nur vereinzelte Schichtungsabsonderungen bemerkbar sind, oder sie sind sehr vielfach und in dünnen Lagen abgesondert — schiefrig — und heißen dann sandiger Schieferthon, gemeiner Schieferthon, Schiefermergel. Ist die

Bildung irgend eines Bindemittels in diesen Gesteinen so weit vorgeschritten, daß man die ganze Masse für eine einige Substanz halten möchte, so pflegt man diese Gesteine Thonschiefer zu nennen. Die Schieferung tritt bei denselben sehr ausgezeichnet hervor, ist aber durchaus nicht immer als Resultat der ursprünglichen sedimentären Entstehung dieser Ablagerungen zu betrachten, sondern schneidet sehr häufig in dicken Schichten („Bänken") die Schichtungsebenen in einem schiefen Winkel (Fig. 1109). Bei starkem Gehalte an Bitumen oder kohliger Substanz sind alle diese Gesteine grau, braun oder schwarz; sonst oft durch Eisenoxyd roth, durch Eisenoxydul grünlich, durch Eisenoxydhydrat braungelb. Eine Menge verschiedener Mineralien finden sich theils in der Masse selbst ausgesondert, theils auf Drusen und Klüften oder auf den Schieferungsflächen. Kalkspath; Braunspath; Eisenspath; Doppeltschwefeleisen selten als Strahlkies, meistens als Eisenkies; Quarz; Schwefel; Schwerspath; Cölestin; Chlorit; Talk; Glimmer u. s. w. Im Thonschiefer — von welchem der nützliche Dach- oder Tafelschiefer eine eben so ausgezeichnete als bekannte Varietät ist — finden sich Chiastolith und Staurolith, sowie Magnetkies häufig. Eine große Mannigfaltigkeit verschiedener Mineralien, besonders auch von den wichtigsten sogenannten Erzen, d. h. Schwefel-, Antimon- und Arsenikverbindungen nützlicher Metalle, hat sich theils in kleinen Parthien, putzen- oder nesterweise, oder auf Gängen ausgesondert. Ist die Thonschiefermasse reich an Kieselerdesubstanz (Quarz), und von dieser ganz durchdrungen, so nennt man sie Kieselschiefer, dessen schwarze Varietäten als Probirstein (lapis Lydius) angewandt werden. — Die Thonsteine und Mergelsteine, Schieferthone und Schiefermergel bilden einen großen Theil der Schichten der Sekundärformationen; in den Primärformationen sind die Thonschiefer häufiger. — Uebergänge in xllinische Schiefergesteine (Glimmerschiefer, Chlorit- und Talkschiefer, Gneus u. s. w.)

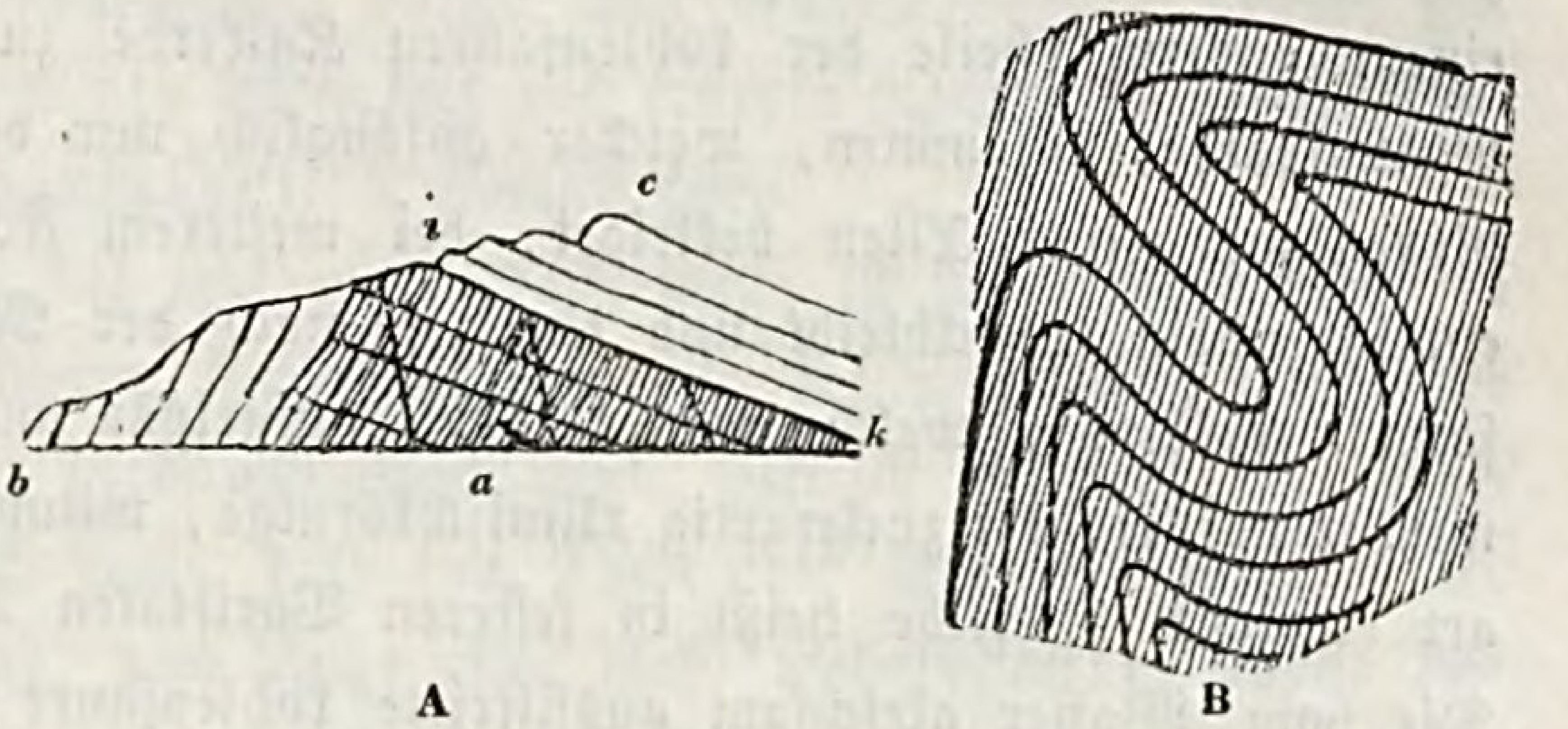


Fig. 1109. A Beispiele eines Thonschieferlagers *a*, welches von anderen Schichten, *b* und *c*, in gehobener Lage bedeckt wird. Der Thonschiefer scheint in der Richtung *ik* geschichtet zu sein; aber einerseits werden die Schichten von der Schieferung fast rechtwinklig geschnitten, andererseits ziehen sich Klüfte in schiefem Winkel durch Schichtungs- und Schieferungsebenen in solcher Regelmäßigkeit, daß es schwer ist, die eigentliche Schichtung mit Sicherheit zu erkennen.
B Thonschieferschichten in stark verbogener Lage, welche völlig gleichmäßig und von der Schichtung gänzlich unabhängig von der Schieferung durchsetzt werden.

Ablagerungen von unerkennbar feinen Theilchen von Kalkspathsubstanz, oft vorherrschend aus mehr oder minder deutlichen Fragmenten oder Ueberresten von thierischen Hautaussonderungen (Panzern, Gehäusen, Schalen) bestehend, welche im Ganzen dicht, im Bruche splitterig und ohne bemerkbares xllinisch körniges Gefüge erscheinen, nennt man dichte Kalkgesteine. Ihre Verschiedenheit nach Ursprung und Reinheit oder Unreinheit ihrer Substanz ist analog derjenigen der erdigen Kalkgesteine. Bemerkenswerth sind besonders die sogenannten Rogensteine oder Oolithen, welche aus abgerundeten, oft deutlich ihren Ursprung aus dem Thierreiche verrathenden Kalkstückchen bestehen und zwischen Kalksteinbreccie und ganz gleichartigem dichtem Kalkstein in allen möglichen Kalibern des Kornes vorkommen. — Sekundäre Formationen; die Rogensteine in einem Theile Europa's besonders

ausgezeichnet in der danach benannten Oolithformation, jedoch auch in jüngeren sowohl, als in älteren. — Uebergänge in Marmor.

Talkerdehaltige Kalksteine werden durch die in den Boden eindringenden Gewässer eines Theils ihrer kohlensauren Kalkerde beraubt. Sie werden dadurch porös; zugleich aber tritt in einem bestimmten Verhältnisse die kohlensaure Talkerde mit einem andern Theile der kohlensauren Kalkerde zu einer Doppelverbindung, dem Braunspathe, zusammen, welcher anfänglich nur die Wandungen der entstandenen Poren mit feinen Xllen bekleidet, bei weiterem Fortschritte der Umwandlung aber endlich allein zurückbleibt und eine, je nach der Menge der überschüssigen kohlensauren Kalkerde, welche vom Wasser aufgelöst und weggeführt wurde, mehr oder minder poröse, oft zuckerartig xlinischkörnige, mitunter ganz lockere sandige Gebirgsart darstellt. Dieselbe heißt in festeren Varietäten Dolomit, in lockereren Asche. Die vom Wasser gleichsam ausfiltrirte kohlensaure Kalkerde setzt sich an der Luft, sei es auf Klüften und in Höhlen, unterirdisch als Sinter und Tropfstein (Fig. 1110), sei es am Fuße der Berge in Quellbecken und Sümpfen als erdiger Kalkstein (Tuffkalk oder Travertin) wieder ab. — Dolomit und Asche treten als theilweise Umwandlungen talkerdehaltiger Kalkgesteine, besonders in Gebirgen und in Lagen, welche der Einwirkung des atmosphärischen Wassers in hohem Grade ausgesetzt sind, in allen Formationen auf, vorzüglich häufig in den sekundären. Da die Kalkgesteine an Kieselerde, Thon und anderen Beimengungen stets mehr oder minder reich sind, so ist damit das Material zur Bildung mannigfaltiger Mineralsubstanzen gegeben, welche, zumal in den älteren Formationen, in den Dolomiten ausgesondert erscheinen. — Uebrigens ist die Bildung der Dolomite wahrscheinlich keineswegs immer auf die obige Weise zu erklären. Wenn Wasser, welches schwefelsaure Talkerde (Bittersalz) aufgelöst enthält — wie z. B. das Meerwasser — unter einer Pressung, welche den Druck der Atmosphäre auf die Oberfläche unserer Erde um das Fünfzehnfache übertrifft, und unter einer entsprechenden Temperatur auf Kalkstein (kohlensaure Kalkerde) einwirkt, so geht eine Wechselverbindung vor sich, indem dadurch, daß die Schwefelsäure eine entsprechende Menge der Kalkerde sich aneignet, schwefelsaure Kalkerde (Gyps) gebildet wird und dagegen die abgeschiedene Talkerde sich der zurückgebliebenen Kohlensäure hingibt, und mit dieser und dem übrigen Theile der kohlensauren Kalkerde nunmehr Braunspath bildet.



Fig. 1110. Kalktropfsteine oder Stalaktiten in einer Höhle. Die am Boden durch das niedertropfende Wasser abgesetzten und den Stalaktiten aufwärts entgegen wachsenden Sintermassen nennt man Stalagmiten.

$$\dot{Mg}\,\dddot{S} \text{ tritt zu } \left\{\begin{matrix}\dot{Ca}\,\ddot{C}\\ \dot{Ca}\,\ddot{C}\end{matrix}\right\} \text{ und das Resultat ist die Bildung von } \dot{C}\,\dddot{S} \text{ und } \left\{\begin{matrix}\dot{Ca}\,\ddot{C}\\ \dot{Mg}\,\ddot{C}\end{matrix}\right\}$$

So entsteht gleichfalls Dolomit, und es scheint, als ob in der Tiefe des Erdbodens eine solche „Dolomisation" ebenfalls vorkomme. Ein Beispiel für die Entschiedenheit der Umkehrung der Verwandtschaftsverhältnisse bei verschiedenen Temperaturen liefert der Umstand, daß bei den auf der Oberfläche der Erde unter dem einfachen Atmosphärendrucke herrschenden Temperaturgraden gerade die umgekehrte Wechselverbindung erfolgt. Unter solchen Verhältnissen nämlich wird, wenn ein Wasser, welches schwefelsaure Kalkerde (Gyps) aufgelöst enthält, auf Braunspath (Dolomit) einwirkt, die Talkerde des letzteren von der Schwefelsäure ergriffen, als Bittersalz

vom Wasser leicht entführt und im Gesteine durch die befreite Kalkerde ersetzt, so daß der Braunspath (Dolomit) sich in Kalkspath (Kalkstein) verwandelt:

$$\dot{Ca}\,\ddot{S} \text{ tritt zu } \left\{\begin{matrix}\dot{Ca}\\ \dot{Mg}\end{matrix}\right\}\ddot{C} \text{ und es bildet sich } \dot{Mg}\,\ddot{S} \text{ und } \left\{\begin{matrix}\dot{Ca}\\ \dot{Ca}\end{matrix}\right\}\ddot{C}.$$

Die auffallend häufige örtliche Verbindung gewisser zellig poröser und mehr oder weniger „dolomitischer" Kalkgesteine, welche man Rauchwacken nennt, mit Gypsmassen und die Efflorescenzen von Bittersalz aus ersteren machen es sehr wahrscheinlich, daß diese derartig umgewandelte Dolomite seien.

Sehr häufig, selbst schon bei erdigen Kalkgesteinen, ist die Umwandlung in Gyps, welche sich bald bei reineren Kalkgesteinen, bald bei den Kalktheilchen der Mergel und anderer kalkhaltiger Gebirgsmassen zeigt. Hienach erscheint der Gyps bald in größeren Massen ziemlich rein, bald mit Thon oder Schieferthon u. s. w. verunreinigt, bald auf eine innige, dem Auge nicht mehr wahrnehmbare Weise den Thon- oder Mergelgesteinen beigemengt. Die Umwandlung der kohlensauren Kalkerde in schwefelsaure ist in manchen Fällen einer Oxydation von Eisenkies oder Strahlkies zuzuschreiben, welcher in den kalkhaltigen Schichten selbst oder in benachbarten Schichten enthalten war. Das Doppeltschwefeleisen verwandelt sich unter dem Einflusse des den Boden durchdringenden Wassers in Schwefelsäure und schwefelsaures Eisenoxydul (Eisenvitriol), und dieses letztere geht, während die freie Schwefelsäure unmittelbar die kohlensaure Kalkerde, unter Austreibung der Kohlensäure in Gasform, in schwefelsaure Kalkerde (Gyps) umwandelt, entweder auf der Stelle, oder nachdem es durch Wasser mehr oder weniger mit fortgeführt worden, eine Wechselverbindung mit der kohlensauren Kalkerde ein. Es bildet sich schwefelsaure Kalkerde (Gyps) und kohlensaures Eisenoxydul (Eisenspath). Letzteres verwandelt sich unter dem Einflusse des Wassers meistens weiter in Eisenoxydhydrat (Brauneisenstein), und dieses unter dem Einflusse höherer Temperatur in der Tiefe des Erdbodens durch Austreibung des Wassers in Eisenoxyd, dessen rothe Färbung in Thon- und Mergellagern so oft die Nähe von Gypsmassen andeutet. Die gewaltsame Entweichung der Kohlensäure, welche aus dem Kalke durch die Schwefelsäure ausgetrieben wird, hat sehr häufig in Emporhebungen des Bodens und völliger Zerrüttung und Verstürzung der Bodenschichten eine leicht bemerkbare Spur zurückgelassen. In andern Fällen scheint nach dem oben bei der Rauchwacke dargestellten Prozesse die Bildung des Gypses einer Wechselzersetzung von Bittersalz und kohlensaurer Kalkerde zugeschrieben werden zu müssen. Auch ist die Umwandlung kohlensauren Kalkes durch Dünste von Schwefelwasserstoff und von schwefeliger Säure, welche in vulkanischen Gegenden dem Boden entsteigen und welche in Berührung mit dem Kalke sich durch Aufnahme von Sauerstoff in Schwefelsäure verwandeln, beobachtet worden.

Der Gyps selbst erleidet wieder eine katogene Umwandlung in Anhydrit, indem er sein Wasser verliert, was unter dem Einflusse höherer Temperatur in der Tiefe des Erdbodens vorzugehen scheint. An der Oberfläche dagegen nimmt der Anhydrit Wasser auf und geht somit wieder in Gyps über.

Beiderlei Gebirgsarten, Gyps und Anhydrit, besonders aber der letztere, sind von großer Wichtigkeit durch die innigen Beziehungen, in welchen sie mit dem Vorkommen von Steinsalzlagern und von Soolquellen, welche übrigens solchen ihre

Entstehung verdanken (tales sunt aquæ quales terræ per quas effluunt. Plin.) in der auffallendsten Weise stehen. Die Steinsalzlager, mögen sie in größeren Massen aus reinem Steinsalze bestehen oder mögen sie in den ungünstigsten Fällen nur den Namen innig durchsalzener Thonlager verdienen, sind stets von Gyps- und Anhydritmassen umgeben und wechsellagern meistens mit Schichten dieser Gesteine. Wo Gypsmassen ohne Spuren von Steinsalz gefunden werden, da ist in manchen Fällen sehr wahrscheinlich die Umwandlung des Anhydrits in Gyps derselben Ursache zuzuschreiben, wie das Fehlen des (früher vorhanden gewesenen) Steinsalzes, nämlich der lange fortgesetzten Einwirkung des Wassers. Da Gyps und Bittersalz, kohlensaurer Kalk und Kochsalz im Meerwasser stets neben einander vorhanden sind, so ist im Allgemeinen das Zusammenvorkommen von Salz und Gyps nichts weniger, als auffallend; allein die specielleren Verhältnisse erlauben doch keineswegs die Annahme einer unmittelbaren Ablagerung aller dieser Massen aus dem Wasser. Leider sind mannigfaltige Umwandlungsprozesse, welche nach dem Absatze derselben in ihnen stattgefunden haben müssen, noch sehr wenig aufgeklärt.

In den Gyps- und Anhydritlagern finden sich einestheils vielfache Beweise geschehener Umwandlungen, welche in der Ausbildung größerer Xllindividuen innerhalb der erdigen oder äußerst feinkörnig xllinischen Masse und in der Ausscheidung mancher Mineralsubstanzen bestehen. Anderntheils erleiden diese Gesteine durch das Wasser eine verhältnißmäßig sehr starke Auflösung. In Folge dessen sind Gypsgebirge stets sehr verwittert, ausgenagt von Höhlen und Schlotten durchzogen und geben hiedurch Anlaß zu manchen auffallenden Erscheinungen, Erdfällen, versinkenden Bächen u. s. w. Es ist aus demselben Grunde begreiflich, weßhalb in älteren Formationen die Gyps- und Anhydritmassen nebst den Steinsalzlagern immer seltener gefunden werden, als in jüngeren, so daß diejenigen Länder, deren Boden ausschließlich aus Schichten der ältesten Formationen besteht, dieser Gebirgsarten nahezu gänzlich entbehren.

Ein ähnliches Verhältniß findet bei den Kalkgebirgsmassen und Dolomiten statt, welche ebenfalls, wegen der Auflöslichkeit der kohlensauren Kalkerde und auch der kohlensauren Talkerde in kohlensäurehaltigem Wasser rascher der Zerstörung entgegengehen, als andere Gebirgsarten, so daß in den älteren Formationen natürlich nur verhältnißmäßig geringere Ueberreste der Kalkablagerungen vorhanden sein können.

---

4. Metamorphische Gebirgsarten (in welchen durch die vorgegangenen chemischen Umwandlungen und Neubildungen der sedimentäre Charakter zurücktritt und mitunter völlig verschwindet).

Gneus und Granit. Gebirgsarten, welche wesentlich aus Feldspath, Quarz und Glimmer, Chlorit oder Talk, bald zum Vorherrschen der einen, bald zum Verschwinden der andern dieser Substanzen bestehen. Zeigen sich Spuren von Schichtung und liegen in der Masse die Glimmerblättchen in einer Hauptrichtung, so nennt man die Gebirgsart Gneus; ist dagegen von Schichtung nichts bemerkbar und liegen die Glimmerblättchen unregelmäßig nach allen Richtungen, so nennt man das Gestein Granit. Ist viel Hornblende beigemengt, so bekommt die Gebirgsart den Namen Syenit. Außerdem kommen viele andere Mineralien in verschiedener Häufigkeit vor,

z. B. Turmalin, Granat, Smaragd, Beryll, Flußspath, Schwerspath, Magnetkies, Magneteisenstein, Molybdänglanz, Eisenglanz, Wolframit, Zinnstein u. s. w. Manche von diesen nehmen hie und da so sehr zu, daß sie wesentliche und selbst vorwaltende Gemengtheile werden. — Man hat dem Granite, seltener auch dem Gneuße, längere Zeit allgemein einen analogen Ursprung zugeschrieben, wie den Laven der Vulkane.

Von dieser Vorstellung muß man völlig zurückkommen. Im Granite sind stets die Glimmer= (Chlorit= und Talk=)xlle besonders ausgebildet; nächst ihnen die Feldspathxlle, welche zwar häufig von den Glimmerblättchen durchschnitten erscheinen, übrigens aber meistens die xllinisch körnige Hauptmasse darstellen; der Quarz dagegen füllt gleichsam die von jenen beiden gelassenen Räume aus und zeigt höchst selten — fast nur in Gängen und Drusen — ausgebildete Xllflächen. Denkt man sich Granit geschmolzen, wie Lava, so müßte beim Erkalten der Quarz, welcher bei keinem uns bekannten Hitzegrade schmelzbar ist, zuerst erstarren und würde dabei in der Schmelzmasse seine Xlle frei ausbilden; der weit minder schwer schmelzbare Feldspath müßte, bei weiterem Erkalten, dem Quarz folgen und die Xlle desselben umgeben, und der in einigen Varietäten schon in der Kerzenflamme schmelzbare Glimmer müßte zuletzt die übrigen Räume ausfüllen. Somit kann der Granit in dieser Weise nicht entstanden sein, vielmehr muß man denselben gegenwärtig für ein umgewandeltes Sedimentgestein halten. — Grundgebirge und älteste Primärformation. — Die Verwitterung des Granites wird vorzüglich durch theilweise Auflösung des Feldspathes befördert. Gänzlich zerfallend, bietet er das Material zur Bildung von Thonschlamm und Sand. —

Quarzfels. Xllinische Kieselerde in deutlich erkennbaren Körnern durch ein Bindemittel derselben Substanz innig verkittet (körniger Quarzfels), oft noch dem Quarzsandsteine sehr nahe stehend, mitunter fast schieferig, oder eine einige Quarzmasse, welche wie aus einem Gusse entstanden aussteht (dichter Quarzfels). In Drusen und Gängen Quarzxlle (Bergxll). In jüngeren Formationen, besonders den sekundären, ist der Quarzfels oft thonig oder mergelig (Thonquarz), oder kalkig (Kieselkalk); in älteren, besonders den Grundgebirgsmassen, erscheinen in dem reineren Quarzgesteine mancherlei Mineralien ausgesondert, besonders Glimmer, Talk, Chlorit, Feldspath. — Der Quarzfels widersteht der Verwitterung mit großer Ausdauer und bildet daher oft auffallende Hervorragungen, Grathe oder Felshörner; die Zerstörung, welche er erleidet, ist vorzugsweise eine mechanische.

Hornfels. Ein inniges Gemenge von sehr vorwaltender Quarzsubstanz mit Feldspathsubstanz, welche letztere meistens nur undeutlich erkennbar ist. Mitunter sind Feldspathxlle in geringerer oder größerer Menge ausgesondert (Hornsteinporphyr), dabei der Quarz ebenfalls reiner; das Gestein ist dann dem Granite ähnlich. Glimmer, Turmalin (Schörl), Hornblende (Amphibol), Diallag (Pyroxen) und andere Mineralien erscheinen häufig ausxllisirt in der Grundmasse. — Primäre Formationen und Grundgebirge. — Bei der Verwitterung erleidet der Hornfels durch theilweise Auflösung des Feldspathes eine chemische, und, in Folge dieser aufgelockert, auch eine starke mechanische Zerstörung.

Feldspathfels. Gestein aus vorwaltendem Feldspath bestehend, welcher bald innig mit Quarz gemengt ist (Granulit, Weißstein), bald fast ganz rein auf

dem Bruche erdig „verhärtetem" Thone ähnelt (Thonstein), bald in einer dichten undeutlich krlinischkörnigen Grundmasse mehr oder weniger vollkommene Fedlspathkrlle bemerken läßt (Feldspathporphyr). Mitunter ist Quarz eingemengt oder aus der Grundmasse ausgesondert; auch Glimmer, Hornblende, Granat, Disthen, Eisenglanz, Eisenkies u. s. w. treten häufig im Gesteine auf. — Aelteste Sekundärformation, Primärformationen, Grundgebirge. — Bei der Verwitterung verwandelt sich der Feldspath in Kaolin (Porzellanthon), und sehr vieler Thonschlamm nimmt seinen Ursprung auf diese Weise. —

Trapp nennt man eine Menge verschiedenartiger Gebirgsarten, deren manche einem stark eisen- und manganoxydhaltigen Thonsteine vergleichbar sind, während andere vom Melaphyr nicht geschieden werden können. Wenn deutlichere Mineralsubstanzen in der Masse hervortreten, so sind es Augit und Labradorit; außerdem finden sich darin Epidot, Chlorit, Eisenkies, Magneteisenstein u. s. w. In den meisten Gegenden Europas sind die Trappe als metamorphische eisenschüssige Thon- und Mergellager des Rothliegenden der Kupferschieferformation und der Steinkohlenformation zu betrachten. Vielleicht, daß in den Alpen, wo im Allgemeinen die Umwandlung der Sedimente bereits stärker vorgeschritten ist, die Trappe nebst den sie begleitenden und zu ihnen gehörenden Melaphyren auch jüngeren Formationen angehören. In manchen Trappgesteinen hat sich eine außerordentliche Menge von Mineralien ausgeschieden und besonders an solchen Stellen angesammelt, wo durch Auflösung irgend einer Substanz Drusenräume entstanden waren. Der Trappmandelstein ist eine solche, an ausgefüllten Drusen reiche Gebirgsart. Die Drusen enthalten theils amorphe und krlinische Kieselerde in reineren und unreineren Varietäten (erstere als Opal, Halbopal, letztere als Quarz, Bergkrll, Amethyst, Eisenkiesel, beide in innigem Gemenge als Chalcedon u. s. w. — derartige Drusen mit verschiedenen Kieselerdemineralien heißen Achat- oder Amethystdrusen); theils Zeolith, Stilbit, Kalkspath, Schwerspath, Eisenspath, Eisenglanz, Manganerze u. s. w.

Melaphyr oder „schwarzer Porphyr" ist ein dem Dolerit oft sehr ähnliches, mehr oder weniger inniges Gemenge von Augit mit Feldspath- oder Labradoritsubstanz. Chlorit, Epidot, Granat, Eisenglanz (Eisenglimmer) erscheinen mitunter dem Gesteine beigemengt. In den sogenannten „plutonistischen" Hypothesen spielt der Melaphyr eine große Rolle, indem derselbe als ein vulkanisches Produkt, und seine vermuthete Eruption als Ursache und Begleiterin der gewaltigsten Ereignisse angesehen wird. Seine innige Verbindung mit den Trappen macht es dagegen höchst wahrscheinlich, daß derselbe als ein metamorphisches Sedimentgestein der älteren Sekundärformationen zu betrachten sei, auf deren Bereich sein Vorkommen stets beschränkt ist.

Hornblendefels. Hornblende, theils gemeine schwarze, theils in sehr verschiedenen Varietäten (besonders als Anthophyllit, Strahlstein, Tremolit, Grammatit u. s. w.) bildet für sich mitunter beträchtliche Gebirgsmassen im Grundgebirge. Ist das Gestein in einer Hauptrichtung spaltbar, so nennt man dasselbe Hornblendschiefer. Die Spaltbarkeit ist nicht als eine Folge der schichtenweisen Ablagerung, sondern vielmehr als Ergebniß einer Gleichförmigkeit in der Lage der Hornblendkrlle und somit der ausgezeichnetsten Spaltbarkeitsrichtungen derselben zu betrachten. Quarz, Kalkspath, Glimmer, Chlorit, Talk, Granate und besonders häufig Eisen-

kies und Magneteisenstein sind den Hornblendfelsmassen sehr gewöhnlich beigemengt oder in denselben ausgesondert.

Grünsteine nennt man im Allgemeinen Gebirgsarten, welche aus vorherrschender Feldspathsubstanz mit innig beigemengtem Pyroxen (selten gemeinem Augit, häufig Malakolith, vorzüglich aber Hypersthen) oder Amphibol (selten gemeiner Hornblende, häufiger Strahlstein, auch wohl Bronzit u. s. w.) bestehen. Die Pyroxengrünsteine sind frei von Eisenkies, während die Amphibolgrünsteine stets solchen enthalten. Ist der Feldspath, gewöhnlich als Klinoklas, in deutlichen Xllen in der Grundmasse ausgesondert, so heißt das Gestein Grünporphyr. Sind die Gemengtheile sämmtlich deutlich erkennbar, so heißt das Gestein Euphotid oder Gabbro. — Primäre Formationen, besonders Uebergangsformation, für welche die Grünsteine charakteristisch sind, und Grundgebirge.

Glimmerfels. Zweiaxiger Glimmer, ausgezeichnet basisch spaltbar, bildet mitunter fast rein für sich beträchtliche Felsmassen. Meistens ist ihm Chlorit und Talk beigemengt. Außerdem sind Xlle von Quarz, Feldspath, Staurolith, Disthen, Hornblende, Turmalin, Granaten, Eisenkies, Kupferkies, Magneteisenstein u. s. w. theils im Gesteine selbst, theils auf Gängen und in Drusen ausgesondert, oder undeutlich und innig mit dem Glimmer gemengt. —

Chloritfels dem Glimmerfels sehr ähnlich, nur mit vorherrschendem Chlorit;

Talkfels ebenso mit vorherrschendem Talk. Alle diese Gebirgsarten sind wegen der ausgezeichnet blätterigen Beschaffenheit des Hauptbestandtheils in einer Richtung leicht spaltbar, schieferig, oft wirklich Thonschiefern so ähnlich, daß keine Grenze zwischen beiderlei Gebirgsarten zu ziehen ist. Daher Glimmerschiefer, Chloritschiefer, Talkschiefer. — Aelteste Primärformation, vorzugsweise aber Grundgebirge. In den Alpen scheinen Schichten der jüngeren Sekundärformationen sich zum Theil schon in derartige xllinische Schiefergesteine verwandelt zu haben. — Durch Verwitterung eines Theiles seiner Bestandtheile beraubt, zerfällt der Glimmer in eine Thonmasse, welcher immer noch mehr oder weniger erkennbare Ueberbleibsel von Glimmerblättchen beigemengt sind. —

Serpentin oder Ophit ist eine bald körnige, bald völlig dichte Gebirgsart, welche vorwaltend aus wasserhaltigem Talkerdesilikat ($2\,\dot{Mg}^3\,\ddot{Si}^2 + \dot{H}$) besteht. Es scheint die Hauptmasse gänzlich amorph zu sein; hie und da ist das Gestein xllinisch und es bekommt dann den Namen Schillerspath, dessen Substanz und Xllisation aber noch nicht genügend bekannt ist. Im Serpentin sind häufig Granaten (Pyropen), mehrere dem Serpentin und Schillerspath in der Substanz sehr nahe verwandte Mineralien: Pikrolith, Talk, Chlorit, sodann faserige Hornblende, der sogenannte Asbest oder Bergflachs, andere Hornblendevarietäten, wie Bronzit, Pyroxenvarietäten, wie Diallage, dann Glimmer, Eisenkies, Magnetkies, Magneteisenstein, Chromeisenstein, Arsenikkies u. s. w. — Uebergangsformation und Grundgebirge. —

Marmor. Die Gebirgsmassen, welche aus vorwaltender Kalkspathsubstanz bestehen, besitzen in den ältesten Formationen keine Spuren mehr von ihrer Bildung unter dem Einflusse organischer Wesen, und kaum noch Spuren ihrer sedimentären Entstehung. Schon in der Uebergangsformation findet man die Kalkgebirgsmassen mehr und mehr deutlich xllinisch körnig, oft zuckerähnlich, selbst da, wo unter dem Einflusse der Verwitterung an den entblößten Felswänden noch deutlich die Umrisse

von Conchylienschalen, Korallenstöcken u. s. w. bemerkbar werden. Zugleich verschwinden mehr und mehr die in allen jüngeren Kalkablagerungen noch sehr deutlich durch die Farbe oder den Geruch (Stinkkalke) wahrnehmbaren Einmengungen gefaulter organischer Substanzen. Die Kalkspathsubstanz vereinigt sich zu immer größeren und endlich auf jeder Bruchfläche deutlich durch spiegelnde Spaltungsflächen hervortretenden Xllindividuen. Solcher deutlich xllinisch körniger Kalkstein heißt Marmor. Man findet denselben vorzugsweise in den Grundgebirgsmassen, hie und da begleitet von ausgezeichnet xllinisch körnigem Dolomit und Gyps. —

Die letztere Abtheilung von Gebirgsarten ist die reichste Fundgrube für die reinsten und deutlichsten Mineralsubstanzen, welche großentheils schon als Bestandtheile der Gebirgsart selbst vollkommen xllisirt sind, besonders aber die Spalten und Klüfte mit den mannigfaltigsten xllinischen Ausscheidungen, sehr häufig in den ausgezeichnetsten Xllisationen erfüllen, und da unter diesen durch Xllisation reiner ausgeschiedenen Mineralsubstanzen vorzüglich auch diejenigen Erze sich befinden, welche allein zur Darstellung der nützlichen und kostbaren Metalle benutzt werden können, so sind diese Gänge mehr als andere der Gegenstand bergmännischer Arbeiten. Das fast ganz aus völlig metamorphischen Gesteinen bestehende Uebergangsgebirge und das ganz ausschließlich aus solchen zusammengesetzte Grundgebirge werden wegen der Häufigkeit „edler" (d. h. metallführender) Gänge in der Bergmannssprache vorzugsweise als Ganggebirge bezeichnet. Wo diese als Gebirge aus der Tiefe des Erdbodens hervortreten, da, wo die Vegetation des Pflanzenreiches armselig einförmig wird, wo kaum noch die Nähe des nährenden Ackerbaues dem Menschen den Aufenthalt möglich macht, da senken sich die Schachte in den Schoß der Berge und fördern die Stoffe, auf deren tausendfältiger Benutzung Ackerbau, Industrie und Handel, und die Bildung und Blüthe der Menschheit beruht.

Die Erde ist immer jung; die Stirnen ihrer Berge liefern dem lösenden und nagenden „Elemente" das Material, aus welchem es neue Schichten häuft. Was die Schutt- und Schlammschichten am Grunde der Gewässer heute sind, das waren einst die Gneuße und Granite des Grundgebirges, durch deren Verwitterung jene entstehen. Es ist ein ewiger Kreislauf in der unorganischen Natur, eine stete Neubildung unter steter Zerstörung, stets in derselben Form und Weise. Im Pflanzenreiche und im Thierreiche sahen wir ein stetes Fortschreiten vom Geringeren und Einfacheren zum Höheren und Vollkommeneren — alle Abstufungen sahen wir sich folgen, während die Formationen des Erdbodens entstanden, von den Algen bis zu den Angiospermen, welche allen vollkommneren Thieren und auch dem Menschen die Nahrung bieten, von den Strahlthieren bis zur Krone der Schöpfung, dem Menschen selbst. Ob seit der Erschaffung des Menschen die Reihe der irdischen Wesen geschlossen und die Mannigfaltigkeit möglicher Formen des Lebenden erschöpft sei? — die Antwort fehlt. Aber es ist ein schöner und erhebender Gedanke, daß durch die Organisation des Menschen die Entwicklungsfähigkeit des Geistes von ihren Schranken befreit und in der Menschheit selbst ein neues Reich der Schöpfungen angebrochen sei, das Reich des stets sich vervollkommnenden Geistes, dessen Entwicklung hinführe zum unbekannten Urquell aller Dinge.

Register.

Die Zahlen bedeuten die Seiten. (Band I erstreckt sich bis Seite 563.)